تمرین صفحه ۱۶۶

اوربیتال ها را هیبریدی در مورد کمپلکس ها: در این حالت ابتدا با استفاده از داده های مغناطیسی، تعداد الکترون اتم و الکترون را می‌یابیم.

نکته قابل توجه در این حالت این است که لیگاندها با جفت الکترون خود وارد می‌شوند. مثال:

الف) $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ $F^{3+} : d^5$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ | _ | _ _ _ | _ _ _ _ _

$3d^5$ $4s$ $4p$ $4d$

$\mu = 5.92 \Rightarrow n = 5$

sp^3d^2 پس در این ۶ لیگاند اوربیتال های sp^3d^2 را پر می‌کنند. هیبریداسیون لیگاند

ب) $[Fe(CN)_6]^{3-}$ $Fe^{3-} : s^1d^{10}$ ↑↓↑↓↑↓↑↓↑↓ ↑ _ _ _ _ _ _ _ _

$3d^{10}$ $4s^1$

$\mu = 1.73$ $n = 1$

پس در این هیبرید p^3d^3 است.

$$\text{هیبریداسیون} = \frac{\text{تعداد الکترون ظرفیت اتم مرکزی} + \text{تعداد اتم متصل} \pm \text{بار}}{2}$$

- 2 → SP — خطی — CO_2
- 3 → SP_2 — خمیده — SO_2
  - مثلث مسطح — BC_3
- 4 — SP_3 — هرم — NH_3
  - چهاروجهی — CH_4
- 5 — SP_3d — دو هرمی — PF_5
- 6 — SP_3d_2

انرژی پیوند

انرژی پیوند به نوع پیوند، مرتبه پیوند، جرم اتم های پیوند دهنده، فاصله پیوندی و ... بستگی دارد

هر چه مرتبه پیوند بیشتر باشد انرژی پیوند بیشتر است. $C\equiv O > O=O > F-F$

هر چه جرم اتم ها کمتر باشد انرژی پیوند بیشتر است. H−H قوی‌ترین پیوند ساده است. $E = \frac{h}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{\mu}}$

انرژی پیوند F−F به دلیل دافعه بیشتر جفت الکترون‌ها در فاصله طول پیوندی کوچک F−F است.

تمرین صفحه ۱۳۶ $N\equiv \overset{+}{O} < \ddot{N}=O^{\ominus}$ و $C\equiv N > \cdot C\equiv \ddot{N}:$ و $O=O > :\ddot{O}-\ddot{O}:^{\ominus}$

ممان دو قطبی HBr، ۲٫۳۵ بار قطبی‌تر از پیوند HI است. طول پیوند HBr؟

تمرین صفحه ۱۴۱

$\mu_{exp} = \frac{2.26\times 10^{-30}\ C\,m}{3.336\times 10^{-30}\ C\,m/D} = 0.6772\ D$

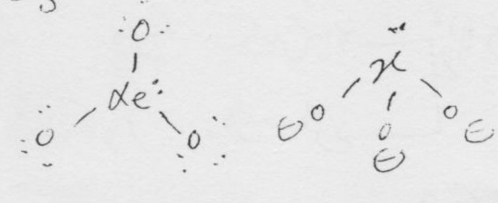
بار جزئی ↑   HI دارای بار جزئی کمتر

$\mu_{exp} = \delta e r$ و $\delta = 2.35 \times 0.049 \Rightarrow r = \frac{0.677\ D}{0.11 \times 1.6\times 10^{-19}\ C}$

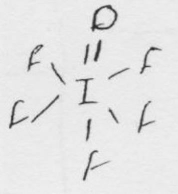
$r = \frac{2.26\times 10^{-30}\ C\,m}{0.11 \times 1.6\times 10^{-19}\ C} = 12.87\times 10^{-11} = 1.2\ \AA$

تمرین صفحه ۱۴۸

XeO_3 $8+18=26e$ هرمی

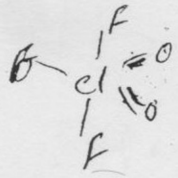


IOF_5 $42+6=48e$



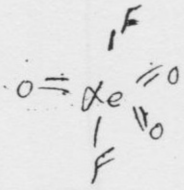
چون اتم F کوچک است اگر در محوری قرار گیرد دافعه زیادی دارد

ClO_2F_3 $28+12=40e$



چون O الکترونگاتیوی کمتری دارد به موقعیت استوائی می‌آید (قاعده بنت)

XeO_3F_2 $14+18+8=40e$



هم یک تقارن دو قطبی‌ها کنسل شده، بی‌تفاوت بودن شکل است.

از روی ظاهر مولکول و یا شکل آرایشی آن میتوان به نوع اوربیتال هیبریدی آن رسید. مثلاً مولکول CCl_4 دارای هیبریداسیون sp^3 است. نکته قابل توجه اینکه در هیبریداسیون تنها یک الکترون از اوربیتال s به تراز بالاتر منتقل میشود. مثلاً در CCl_4:

$C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ —تحریک الکترون→ $[He]: 2s^1\ 2p^3$ ⟹ هیبریداسیون: sp^3

در مورد دیگرها، بار یون را به اتم مرکزی نسبت داده و آرایش آن را رسم و سپس تحریک را انجام میدهیم. مثال:

CF_4 $C: s^2p^2$ —تحریک→ s^1p^3 (sp^3)

CH_3^+ $C^+: 2s^2 2p^1$ → s^1p^2 (sp^2)

CH_3^- $C^-: 2s^2 2p^3$ → (sp^3) دو الکترون s^2 به صورت جفت مشخص باقی می‌مانند

NH_4^+	H_3O^+	$BeCl_4^{2-}$	$SnCl_3^{2-}$	$AlCl_4^-$	$AsCl_3$	ICl_2^+	ICl_2^-
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
sp^3	sp^3	sp^3	sp^3	sp^3	sp^3	sp^3	sp
هرمی	هرمی	چهاروجهی	هرمی	چهاروجهی	هرمی	خمیده	خطی

تمرین صفحه ۱۵۷ هیبریداسیون N:

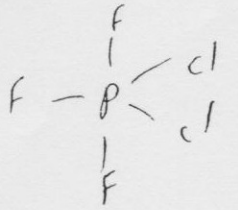
الف) NO_2^- (sp^2) ⊖O–N=O

ب) NO_2^+ O=N=O (sp)

ج) NO_3^- (sp^2)

قاعده بنت:

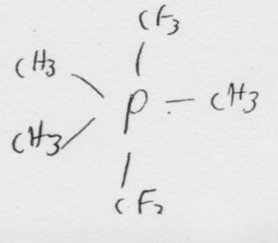
اتم ها یا گروههای الکترونگاتیو تمایل دارند با اوربیتالهای هیبریدی الکترونگاتیوتر پیوند دهند در مولکول. بنابراین ساختار پایدار PF_3Cl_2 بصورت زیر است که در آن اتم های F که الکترونگاتیوترند کمترین s دارند اوربیتال‌های sp^3 محل محوری را اشغال می کنند.



تمرین ص ۱۶۰

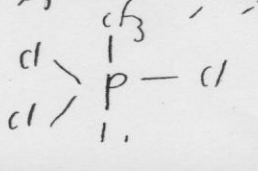
ساختار؟

$P(CH_3)_3(CF_3)_2$



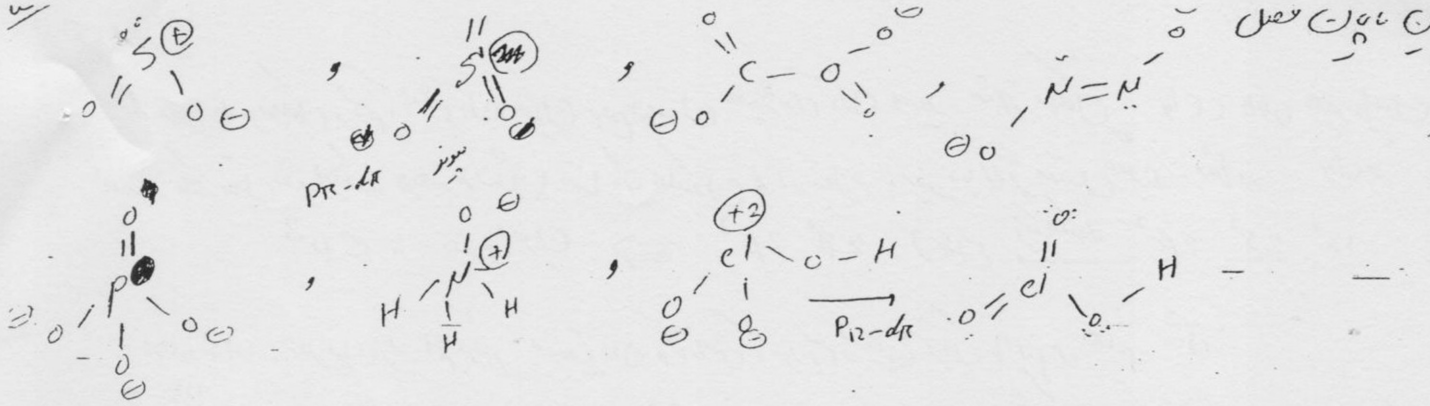
$PCl_4(CF_3)$

هیبریداسیون sp^3d



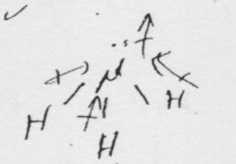
تمرین پایان فصل

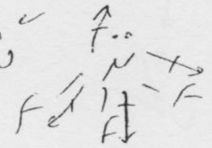
۱)



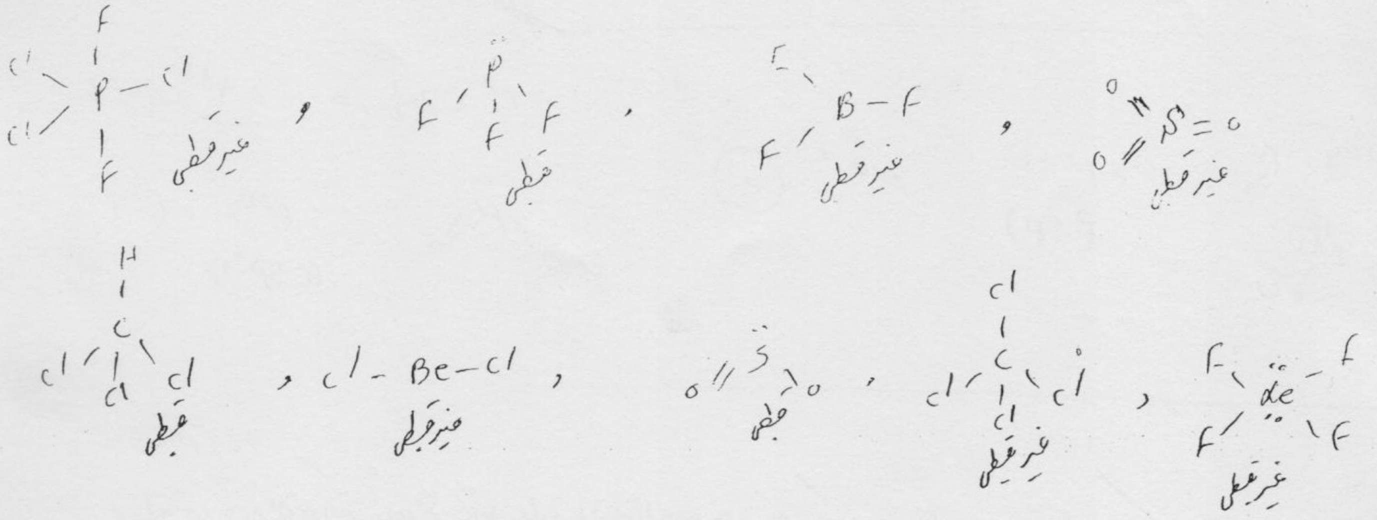
۴) به دلیل آرایش پیش قرار لوویس، بار مثبت روی اتم اکسیژن است که الکترونگاتیوی بیشتری دارد.

۷) در مولکول NH_3 گشتاور همه اتم‌ها به یک سمت است و بنابراین گشتاورها با هم جمع شده و مقدار 1.49D حاصل می‌شود ولی در مولکول NF_3 گشتاور پیوند مخالف جهت گشتاور جفت الکترون است که حاصل آن کمتر و کوچکتر می‌شود

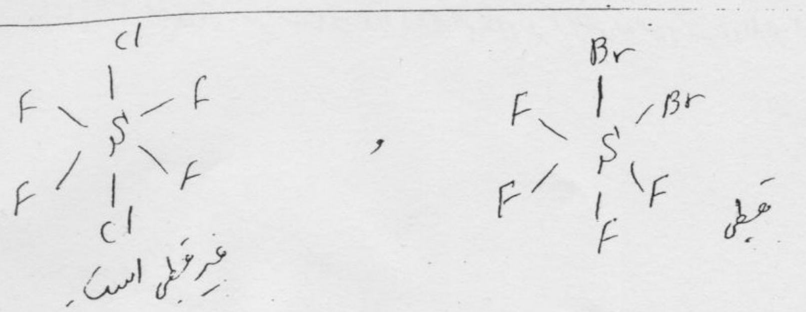




۹)



۱۰)



۱۵) $\overset{\ominus}{N} = \overset{\oplus}{P} = \overset{\ominus}{N} \longleftrightarrow :N \equiv \overset{\ominus}{P} - N^{(-2)} \longleftrightarrow {}^{\ominus}N - \overset{+5}{P} - N^{(-2)}$

۱۷) با توجه به اینکه دانسیته الکترونی اضافی یون $CN^{\ominus}$ روی اتم کربن است، لذا در اثر پروتونه شدن سیانید بیشترین هیدروژن سیانید حاصل می‌گردد.

$CN^{\ominus}$: $:C \equiv N:$ (−1)

$\downarrow H^{+}$

$H - C \equiv N$

۱۸) هیبریداسیون‌ها:

$H - \ddot{N} = N = C(CH_3) - CH_3$ (N: sp^2, N: sp)

$H_3C - \ddot{N}(CH_3) - OH$ (N: sp^3)

$F - N(=O) - O^{\oplus}$ (N: sp^2)

$Cl - C \equiv N: \rightarrow sp$

۱۹) $[PdBr_4]^{2-}$

Pd^{2+} : $4d^8$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ _ ↿ ↿ ↿ ↿

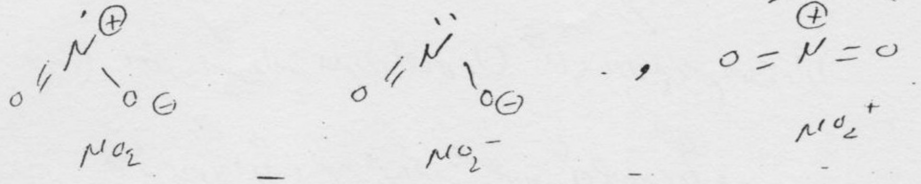
کمپلکس مسطح است ⇐ اوربیتال هیبریدی اتم آن dsp^2

۲۲)

ClO_2^+ : $\left[Cl - Cl(-Cl) = O \right]^+$ (Cl: sp^2, O: sp^2) , $ClO^{\oplus}$: $\ddot{Cl}^{\oplus} = O$ (sp^2)

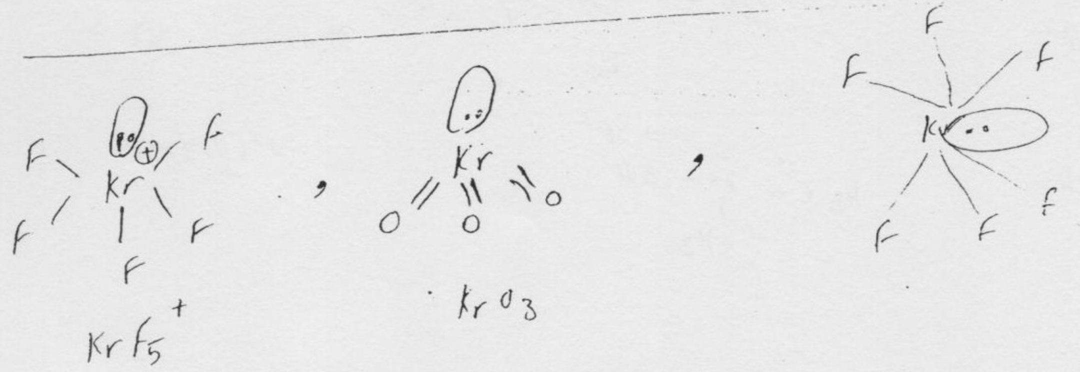
۲۴)

۲۶) با توجه به ساختارهای لوئیس، مولکول NO_2 دارای تک رادیکال، NO_2^- جفت الکترون است. اوربیتال حاوی جفت الکترون فضای بیشتری نیاز دارد و بنابراین زاویه پیوندی کوچکتر می‌شود.



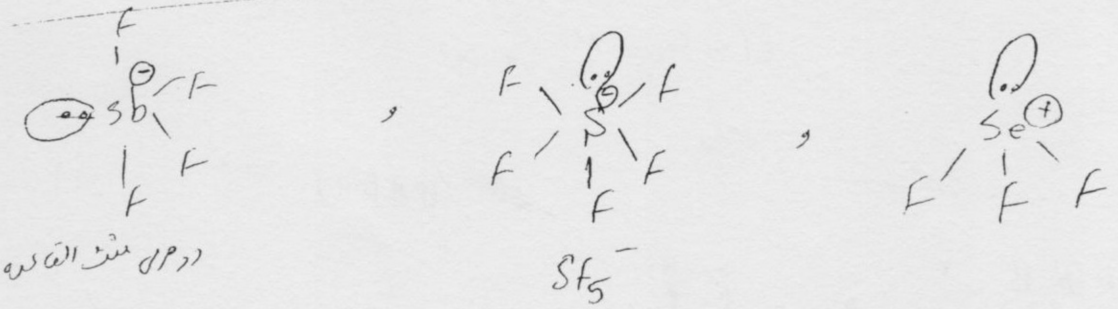
$NO_2^+ > NO_2 > NO_2^-$

۲۷)



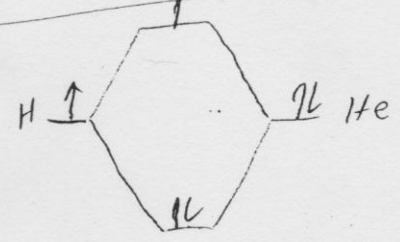
منشور شش ضلعی

۲۸)



دو هرم مثلث القاعده

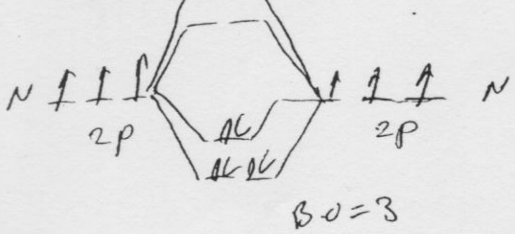
۲۹:



$$B.O = \frac{n(e) - n(e^*)}{2} = \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2}$$

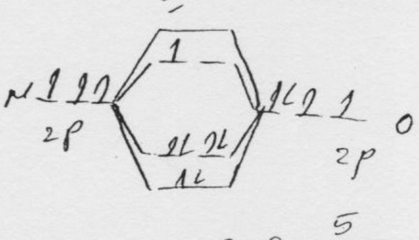
HHe تشکیل می‌شود

۳۰) نمودار اوربیتال مولکولی N_2 و NO بصورت زیر است.



B.O = 3

N_2



$B.O = \frac{5}{2}$

NO

رتبه پیوندی N_2^+ برابر با $\frac{5}{2}$ است که کمتر از N_2 است بنابراین طول پیوند آن بزرگتر از N_2 است.

رتبه پیوند NO^+ برابر با ۳ است که بیشتر از NO بوده و بنابراین طول پیوند آن کمتر از NO است.

۳۴- با جذب فوتون با انرژی کافی، مولکول‌های H_2 یا ... به اتم‌های مربوط تفکیک می‌شوند زیرا در اثر جذب فوتون، مرتبه پیوند از یک به صفر می‌رسد. با رسم دیاگرام مولکولی واضح است که با جذب فوتون الکترون از اوربیتال پیوندی به ضد پیوندی رفته و مرتبه پیوند صفر می‌شود.

---

۳۷) زاویه پیوندی $Cl-O-Cl$ (111) از $H-O-H$ (104.5) بیشتر است. پیوند سیگما پیوند $PH_3 = 93$. هنگامی که اتم اوربیتال d داشته باشد، جفت الکترون‌های اکسیژن با این اوربیتال پیوند π داده و بنابراین از اثر دافعه آن کاسته می‌شود.

تمرین صفحه ۹۴ :

$$\Psi_{2s} = \left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2} * \frac{1}{2\sqrt{2}} * \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} * \left(2-\frac{r}{a_0}\right) e^{-r/2a_0}$$

احتمال $= P = 4\pi r^2 \Psi^2$ احتمال یافتن الکترون در لایه‌ای به ضخامت dr

$$P = 4\pi r^2 * \frac{1}{4\pi} * \frac{1}{8} * \left(\frac{1}{a_0}\right)^3 \left(2-\frac{r}{a_0}\right)^2 e^{-r/a_0}$$

مشتق گرفته و مساوی صفر قرار می‌دهیم.

$$\frac{dP}{dr} = \frac{1}{8a_0^3}\left[2r\left(2-\frac{r}{a_0}\right)e^{-r/a_0} + 2\left(2-r/a_0\right)\left(-\frac{1}{a_0}\right)r^2 e^{-r/a_0} - \frac{1}{a_0}e^{-r/a_0} r^2 \left(2-r/a_0\right)^2\right]$$

$$\frac{dP}{dr} = \frac{1}{8a_0^3}\left[r\left(2-\frac{r}{a_0}\right)e^{-r/a_0}\right]\left[2\left(2-\frac{r}{a_0}\right) - \frac{2r}{a_0} - \frac{r}{a_0}\left(2-\frac{r}{a_0}\right)\right] = 0$$

$r = 0$ غیر قابل قبول

$r = +\infty$ غیر قابل قبول

$r = 2a_0$ $\quad$ $r = \frac{6+2\sqrt{5}}{2} a_0$ $\quad$ $r = \frac{6-2\sqrt{5}}{2} a_0$

تمرین صفحه ۹۵ :

$2S+1 = 6$ $\quad$ $S = \frac{5}{2}$ $\quad$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ $\quad d^5$

$2S+1 = 3$ $\quad$ $S = 1$ $\quad$ ↑ ↑ _ _ _ $\quad d^2$ و ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ $\quad d^8$ دو حالت وجود دارد.

قاعده کلچکوفسکی: ترازهای فرعی در اصل آفبا ابتدا پر می‌شوند که $n+l$ کمتری داشته باشد. اگر $n+l$ مساوی بود، ترازی که n کمتری دارد انرژی کمتری داشته و زودتر پر می‌شود. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$

اما برای گرفتن الکترون، ترازی که n بزرگتری دارد زودتر خالی می‌شود.

تمرین صفحه ۹۷ :

	n	l	n+l
5g	5	4	9
6f	6	3	9
6h	6	5	11

ترتیب انرژی $\quad 5g < 6f < 6h$

تمرین صفحه ۱۰۰ :

$n =$ تعداد الکترون منفرد

$\sqrt{n(n+2)} = 3.87 \Rightarrow n = 3$ $\quad M^{2+} = 3d^7$ $\quad M: 3d^7 4s^2$

$\sqrt{n(n+2)} = 4.90 \Rightarrow n = 4$ $\quad M^{3+} = 3d^6$ $\quad \Longrightarrow$ $_{27}Co$

اگر فرض کنیم آرایش‌ها $3d^3 4s^2$ است آنگاه عنصر V است $V^{2+} = 3d^3$ ولی $V^{3+} = 3d^2$

که با داده‌های حاصل همخوانی ندارد. از اصل آفبا داریم که $4s$ زودتر پر می‌شود.

فصل ۴

حالت فیزیکی ماده:

گازها: نیروی بین مولکولی بسیار ناچیز است. حرکت‌های مولکول‌ها سریع و بنابراین عمل نفوذ به راحتی و به سرعت رخ می‌دهد

مایع: نیروی بین مولکولی قوی‌تر از گاز ولی به حدی است که مایع‌ها بتوانند روی هم بلغزند. نفوذ با سرعت کمتر از گاز رخ می‌دهد بصورت کاربردی.

جامد: نیروی بین مولکولی به حدی است که مولکول‌ها را فیزیکی کنترل و سرجای خود ثابت نگه می‌دارند. عمل نفوذ به کندی و در سطح و ناشی از حرکات ارتعاشی نیروهای درون مولکول است. حرکت کششی.

در حالت فیزیکی مواد اندازه، شکل، نیروی بین مولکولی در آن نقش دارند. هرچه اندازه مولکول بیشتر باشد ایجاد نیروهای بین مولکولی بیشتر است مثل ترتیب آلکان‌ها. با افزایش اندازه و جرم آلکان، نیروی بین مولکولی قوی‌تر می‌شود به عبارتی قوی‌تر شدن مربوط به حالت گیری است ز لیفی

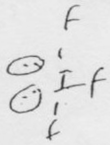
نیروهای بین مولکول:

دوقطبی - دوقطبی (نکته) ناشی از اختلاف الکترونگاتیوی در پیوندهاست. اگر ساختار طوری باشد که قطبیت پیوندها همدیگر را خنثی نکنند، مولکول دارای دوقطبی دائمی است.

تمرین ص ۱۹۷ نیروی دوقطبی - دوقطبی؟

الف) $O=C=O$ < $O=C=S$

ب) IF_5 < IF_3



ج) SF_6 < SF_2

د) NF_3 < NH_3

نیروی لاندن: بر اثر ایجاد دوقطبی لحظه‌ای در مولکول و ایجاد دوقطبی القایی در مولکول مجاور موجب نیروی لاندن می‌شود (واندروالس) هرچه مولکول بزرگ‌تر باشد امکان تشکیل این نوع پیوندها بیشتر است. مثل آلکان‌ها. اگر جرم برابر کاهش سطح تماس و کنار هم قرار گرفتن تأثیر دارد. در مورد آلکان‌ها از قطبش پذیری نیز تأثیر دارد.

تمرین ص ۲۰۰ ترتیب نقطه جوش؟

پیوند هیدروژنی:

زمانی تشکیل می‌شود که اتم هیدروژن بین عناصر الکترونگاتیو و کوچک قرار گیرد.

تعداد پیوند هیدروژنی در آب ۴ و در $H-F$ ۲ است. بنابراین نیروی بین مولکولی آب بیشتر از $H-F$ است، حالا که یخ به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی را ایجاد ساختار جامد کریستالی و حجیم است. جرم بین مایع و جامد یکسان ولی حجم جامد به دلیل حلقه‌های ۶ تایی زیاد است.

۴-۲

تمرین ۲۰۵

ساختار FHF^- به صورت $F-H\cdots F^-$ است. بار منفی یون F^- باعث ایجاد نیروهای بین مولکولی با سایر مولکول‌ها می‌شود. در واقع علت قدرت زیاد این نیروها تبدیل نیروهای درون مولکولی و بین مولکولی است.

$$F^-\cdots H-F \longleftrightarrow F-H\cdots F^-$$

در واقع پیوند $H-F$ تبدیل از بین مولکولی و درون مولکولی است.

قدرت نیروها: نیروهای بین مولکولی <<<< نیروهای شیمیایی یا درون مولکولی

واندروالس < دوقطبی‌دوقطبی < هیدروژنی ... فلزی < کووالانسی < یونی

جامدات دو دسته کلی اند:

- بلوری: ذراتشان دارای جهت و آرایش اند، دارای دمای ذوب مشخص، ذرات آرایش سه‌بعدی منظم دارند
- بی‌شکل: جامداتی در دمای مشخص ذوب نمی‌شوند، دارای دمای ذوب‌های گوناگون ... آرایش نامنظم

سیستم‌های بلوری:

در سلول واحد با در نظر گرفتن زاویه و ابعاد، هفت سیستم بلوری داریم. در سیستم بلوری سه بعد و سه زاویه داریم: a, b, c و α, β, γ

$a=b=c,\ \alpha=\beta=\gamma=90 \Rightarrow$ cubic

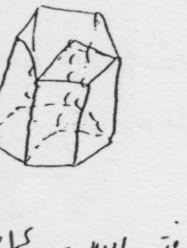
$a=b\neq c\quad \alpha=\beta=\gamma=90^\circ \Rightarrow$ tetrago.

$a\neq b\neq c\quad \alpha=\beta=\gamma=90 \Rightarrow$ orthrombic

$a=b=c\quad \alpha=\beta=\gamma\neq 90 \Rightarrow$ rhombohedral

$a=b\neq c\quad \alpha=\beta=90\quad \gamma=120 \Rightarrow$ hexagonal

$a\neq b\neq c\quad \alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90 \Rightarrow$ triclinic



با در نظر گرفتن ابعاد، کدام سیستم بلوری با بعد برابر داریم. مهمترین سیستم بلوری، مکعبی شامل سه شبکه براوه:

مکعبی ساده (sc)، مکعبی مرکز پر (bcc)، مکعبی مرکز وجوه پر (fcc) است.

ساختار ... ababab شش‌وجهی فشرده و ... abcabc شش‌وجهی مکعبی می‌گویند.

شعاع کاتیون و آنیون: نسبت شعاع کاتیون به آنیون عدد کوئوردیناسیون را مشخص می‌کند.

$$0.225 < \frac{r^+}{r^-} < 0.414 < \frac{r^+}{r^-} < 0.732 < \frac{r^+}{r^-} < 1$$

C.N=4 — C.N=6 — C.N=8

نقص بلوری:
- غیر استوکیومتری:
  - نقطه‌ای: استاتکی: به تعداد استوکیومتری از آنیون و کاتیون مفقود شده‌اند. / فرنکل: در دماهای بالا اتفاق می‌افتد.
  - جابجایی
  - سطحی: برای حفره بصورت صفحات است.
- استوکیومتری: نسبت آنیون و کاتیون برابر است.
  - کاتیونی: FeO ← $Fe_{(1-\delta)}O$
  - آنیونی: $NaCl$ ← $NaCl_{(1-\delta)}$

تمرین ص ۲۱۹: نسبت شعاع Mg^{2+} و Te^{2-} به ترتیب $0.65\,\mathring{A}$ و $2.21\,\mathring{A}$ است.

$$\frac{r_+}{r_-} = \frac{0.65}{2.21} = 0.294$$

در محدوده ساختار بلند ZnS (زینک بلند) قرار دارد و بنابراین در این ساختار آنیونها شبکه fcc و کاتیونها در حفره‌های چهار وجهی قرار می‌گیرند. اعداد کئوردیناسیون کاتیونها و آنیونها ۴ است. هر سلول واحد چهار مولکول MgTe دارد.

تمرین ص ۲۲۴: نوع نقص کاتیونی و آنیونی

$Na_{(1+\delta)}Cl$ (آنیونی), $NiO_{(1+\delta)}$ (کاتیونی), $Ti_{(1-\delta)}O$ (کاتیونی), $NaBr_{(1-\delta)}$ (آنیونی)

تمرین ص ۲۳۰

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

$$2\,(1.539\,\mathring{A}) = 2d\sin 15.84$$

$d =$

$$\Delta H_L = \frac{-Z_c Z_a e^2 N M}{4\pi\varepsilon_0 r_0}\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

...رین فصل ٤

۱) نوع نیروهای بین مولکولی یا درون مولکولی

Ti	$BaSO_4$	RbBr	P_4	CH_3COOH	Ar	CH_2Cl_2
فلزی	یونی	یونی	لاندن	هیدروژنی (کووالانسی)	لاندن	دوقطبی - دوقطبی (کووالانسی)

---

۲) افزایش نقطه جوش LiCl، CsCl، HCl و $TiCl_4$

LiCl و CsCl جامد یونی‌اند و HCl، $TiCl_4$ جامد مولکولی‌اند. نقطه جوش جامد یونی بسیار بیشتر از جامد مولکولی است. در جامدات یونی که هر چه فاصله بین یونها (r_0) بیشتر باشد انرژی شبکه کاهش می‌یابد لذا نقطه جوش CsCl کمتر از LiCl است.

جرم زیاد $TiCl_4$ سبب قوی‌تر شدن نیروهای بین مولکولی آن نسبت به HCl می‌شود.

---

۳) HF پیوند هیدروژنی است ولی در بقیه پیوند دوقطبی - دوقطبی است. با افزایش جرم این پیوندها قوی‌تر می‌شوند.

---

۴) الف) KCl و CaO هر دو جامد یونی هستند.

$r_{K^+} > r_{Ca^{2+}}$

$r_{Cl^-} > r_{O^{2-}}$

$\Rightarrow \begin{cases} r_0(KCl) > r_0(CaO) \\ Z_a Z_c(KCl) < Z_a Z_c(CaO) \end{cases} \Rightarrow E_{KCl} < E_{CaO}$

انرژی شبکه CaO بیشتر از KCl است و نقطه ذوب آن نیز بالاتر است.

ب) $C_2Cl_6 > CCl_4$ بدلیل افزایش جرم و بیشتر بودن نیروهای دوقطبی - دوقطبی بین مولکول

ج) $Cr > Zn$: هر دو جامد فلزی‌اند هر چه تعداد الکترونهای فلز بیشتر باشد، پیوند فلزی قوی‌تر است. لذا دمای ذوب Zn کمتر از Cr است.

د) $CH_3COOH > C_2H_5Cl$ بدلیل نوع پیوندهای بین مولکولی

---

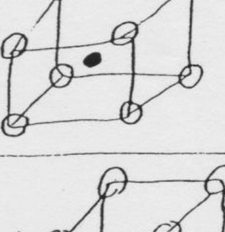
۵) $r_{Na^+} = 0.98\,Å$

$r_{F^-} = 1.33\,Å$

$\frac{r_+}{r_-} = \frac{0.98}{1.33} = 0.737 \rightarrow$ ساختار CsCl

• Na^+

○ Cl^-



ساختار بلور:

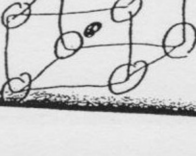
$C.N(Na^+) = 8$

$C.N(Cl^-) = 8$

---

۶) ○ Ag

• Li



$C.N(Ag) = 8$

$C.N(Li) = 8$

آرایش LiAg مانند CsCl مشاهده می‌شود. چرا؟

تمرین های فصل چهارم ص ۱۵۶

۱-۴) (الف) CH_2Cl_2 ← دوقطبی - دوقطبی : بین مولکولی کووالانسی : درون مولکولی
و لاندن

① (ب) Ar ← لاندن

ج) CH_3CH_2COOH ← هیدروژنی ، دوقطبی - دوقطبی و لاندن

د) P_4 ← لاندن　　ه) $RbBr$ ← یونی　　$BaSO_4(s)$ ← یونی　　ز) Ti ← فلزی

۲-۴) ②

ترکیب	$LiCl$	$CsCl$	HCl	$TiCl_4$
نقطهٔ جوش (°C)	۱۳۶۰	۱۲۹۰	-۸۵	۱۳۶

② به طور کلی نقطه جوش جامدات یونی بالاتر از مولکولی است
$LiCl$ و $CsCl$ جامدات یونی و $TiCl_4$ و HCl جامدات مولکولی هستند.

- هر دو یونی $CsCl$ و $LiCl$ می دانیم که با افزایش فاصله بین یونی ، انرژی شبکه و به تبع آن نقطه ذوب و جوش کاهش می یابد
چون r_0 در $CsCl$ بیشتر از $LiCl$ است لذا انرژی شبکه و نقطه جوش آن کمتر خواهد بود.

هرچند HCl قطبی و $TiCl_4$ غیر قطبی است . ولی جرم زیاد این مولکول موجب می شود نیروهای بین مولکولی آن قوی تر و دمای جوش آن نیز بیشتر باشد.

۳-۴)

$T_b(T_U) = 110°C \rightarrow T_{b(T_U)} = 383°K$

$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 88 \frac{J}{mol\,k} \Rightarrow \frac{\Delta H_v}{383} = 88 \Rightarrow \Delta H_{vap} = 33.7 \times 10^3 \; J/mol$ ⑲

$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{vap}}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \Rightarrow \ln \frac{760}{P_1} = \frac{33.7 \times 10^3}{8.314}\left(\frac{1}{323} - \frac{1}{383}\right) \Rightarrow \ln \frac{760}{P_1} = 1.966$

$\Rightarrow \frac{760}{P_1} = 7.143 \Rightarrow P_1 = 106 \text{ torr}$

⑳

۴-۴)

$T_b = 60°C \rightarrow T_b = 333°K$

$\Delta H_{vap} = 340 \; J g^{-1}$

$\frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 88 \; J.mol^{-1}.k^{-1} \Rightarrow \frac{\Delta H_{vap}}{333} = 88 \Rightarrow \Delta H = 29.3 \times 10^3 \; J.mol^{-1}$

$29.304 \times 10^3 (J)$　　M گرم
$340 (J)$　　۱ گرم

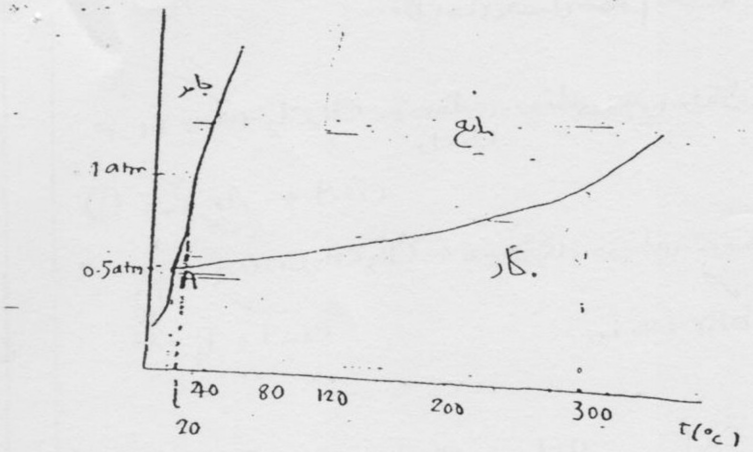
$M = \frac{29.304 \times 10^3}{340} = 86 \Rightarrow M = 86 \rightarrow C_6H_{14}$

$29.3 \times 10^3 \frac{J}{mol} \times \frac{1\,gr}{340\,J} = 86 \frac{gr}{mol}$

۵-۴)

$A \begin{cases} t = 18°C \\ P = 0.5\,atm \end{cases}$　$t_b = 300°C$, $t_m = 20°C$ → سرد ارخاز　㉗

۶-۴) ㉘ — جامد ← مایع ← گاز



(۲۷)

۶-۴) هرگاه جامد CCl_4 در نقطه D را در فشار ثابت 1 atm گرم کنیم تا زمانی که از خط مشترک بین دو فاز جامد و مایع عبور نکرده‌ایم ماده حالت جامد دارد، پس از آن به حالت مایع در می‌آید اگر گرم کردن را همچنان ادامه دهیم، همچنان حالت مایع خود را حفظ می‌کند تا از مرز مشترک مایع-گاز عبور کند، در این ناحیه CCl_4 گازی خواهیم داشت

(۲۸) ✓

۷-۴)

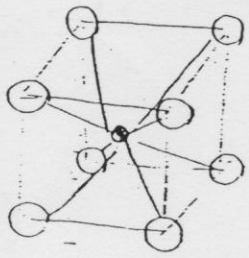
$r_{Na^+} = 0.98\,A°$

$r_{F^-} = 1.33\,A°$ $\rightarrow \frac{r_{Na^+}}{r_{F^-}} = \frac{0.98}{1.33} = 0.737 \rightarrow$ ساختار: CsCl

$0.225 < \frac{r_c}{r_a} < 0.414$

$0.414 < \frac{r_c}{r_a} < 0.732$

$0.732 < \frac{r_c}{r_a} < 1$



● Na^+

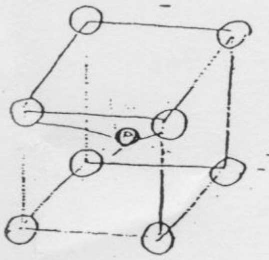
○ Cl^-

$C.N(Na^+) = 8$ Cs

$C.N(Cl^-) = 8$ Cl

(۵) ✓

۸-۴)



○ Ag

● Li

$C.N(Ag) = 8$

$C.N(Li) = 8$

(۹) ✓

۹-۴)

$Rb(s) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \longrightarrow RbCl(s) \quad \Delta H_f$

$\downarrow \Delta H_{sub} \qquad \downarrow \frac{1}{2}\Delta H_d$

$Rb(g) \qquad Cl(g)$

$\downarrow \Delta H_I \qquad \downarrow \Delta H_{EA}$

$Rb^+(g) + Cl^-(g) \xrightarrow{\Delta H_l} RbCl(s)$

(۱۹) ✓

$\Delta H_f^\circ = \Delta H_{sub} + \Delta H_I + \frac{1}{2}\Delta H_d + \Delta H_{EA} + \Delta H_l \Rightarrow -103.4 = 19.5 + 89.6 + \frac{1}{2}\times 57.8 + \Delta H_{EA} - 155.9$

$\Rightarrow \Delta H_{EA} = -85.5\ kcal.mol^{-1}$

۱۰-۴)

fcc: جرم یک سلول واحد برابر حجم ... در یک سلول واحد چهار اتم Cu وجود دارد پس جرم ...

$d = 8.93\ g\,cm^{-3}$

$m = 63.5\ amu = 63.5\ gr$

$a = ?$

$1\ amu = 1.66 \times 10^{-24}$ (g)

Cu ۴ اتم

$m = \frac{63.5 \times 4}{N_A}$

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 8.93 = \frac{63.5\ gr.mol^{-1}}{V} \Rightarrow V = 7.11\ cm^3/mol$

$\sqrt{2}a = 4r$, $a = \frac{4r}{\sqrt{2}}$, $V = a^3$, $V = (\frac{4r}{\sqrt{2}})^3$

حجم یک مول Cu = حجم یک سلول واحد $\Rightarrow n \times 7.11 = Na^3 \Rightarrow 4 \times 7.11 = 6.02 \times 10^{23}\ a^3$

$\Rightarrow a = 3.6 \times 10^{-8}\ cm \Rightarrow a = 3.6\ A^\circ$

یک سلول واحد حاوی ۴ مول ⇐ یک سلول واحد حاوی ۴ مس است

پس عدد آووگادرو در سلول واحد حاوی ... مس است. $d = \frac{M}{V} =$

(۷) ✓

۱۱-۴)

$a = 2.885\ A^\circ$

$d = 7.20\ g\,cm^{-3}$

$m = 52.00\ g.mol^{-1}$

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 7.20 = \frac{52.00}{V} \Rightarrow V = 7.22\ cm^3.mol^{-1}$

V = حجم یک مول Cr

n = ۱ مول سلول واحد

حجم یک مول سلول واحد = حجم n اتم Cr ⇐

$\Rightarrow n \times 7.22 = Na^3 \Rightarrow n \times 7.22 = 6.02 \times 10^{23} \times (2.885 \times 10^{-8})^3$

$\Rightarrow n = \frac{14.45}{7.22} = 2 \Rightarrow n = 2$

(۸) (۸) ✓

تعداد اتم‌های Cr موجود در سلول واحد ⇐ شبکهٔ مکعبی کروم از نوع bcc (شبکهٔ بلوری CsCl) است.

۱۲-۴)

$a = 3.524\ A^\circ$

$d = 8.91\ g\,cm^{-3}$

$n = ?$

$V = ?$

(۹) ✓

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 8.91\ g\,cm^{-3} = \frac{m \times n}{a^3}$ → fcc. n=4 $\Rightarrow 8.91 = \frac{m \times 4}{(3.524 \times 10^{-8})^3} \Rightarrow m = 9.75 \times 10^{-23}$ gr

$nV = a^3 \Rightarrow V = \frac{a^3}{n}$

$\therefore 1\ amu = \frac{1\ gr}{6.02 \times 10^{23}} = 1.66 \times 10^{-24}\ gr$

$m = 9.75 \times 10^{-23}\ gr \times \frac{1\ amu}{1.66 \times 10^{-24}\ gr} = 58.7\ amu \Rightarrow m_{Ni} = 58.7\ amu$

وزن $= 58.7\ g\,mol^{-1}$

$N = \frac{58.7\ g\,mol^{-1}}{9.75 \times 10^{-23}\ gr} = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1} = 6.02 \times 10^{23}$

Avogadro's Number $= \left(\frac{58.7\ gr}{mol}\right)\left(\frac{1\ cm^3}{8.91\ gr}\right)\left(\frac{10^{-2}\ m}{1\ cm}\right)^3\left(\frac{0.01\ A^\circ}{10^{-12}\ m}\right)^3\left(\frac{4\ atom}{(3.524\ A^\circ)^3}\right)$

۱۳-۴) SO_2 ← در اثر اعمال فشار در ۲۵°C مایع می‌شود.

C_2H_2 ← ... نمی‌شود

CH_4 ← ۲۵°C ... نمی‌شود. باید دمای متان را از ۲۵°C آنقدر کاهش داد تا به زیر ... برسد.

CO ← ۲۵°C ... نمی‌شود ... CO

(۲۹) ✓

۱۴-۴)

$t = -71.3°C$

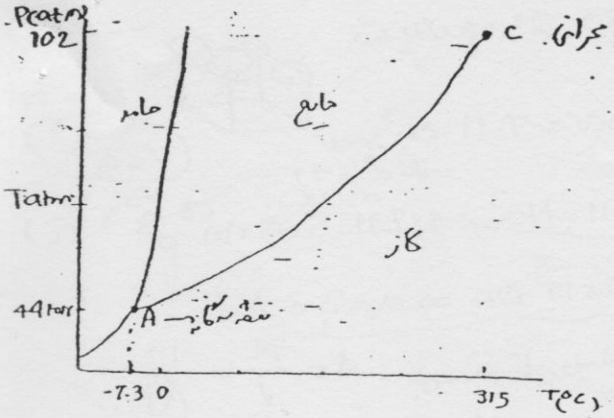
$P = 44\ mmHg$

$t_C = 315°C$, $P_C = 102\ atm$

$d_{Br_2(l)} = 3.1\ g\,cm^{-3}$

$d_{Br_2(s)} = 3.4\ g\,cm^{-3}$

(۳۰) ✓



۱۵-۴) (الف) اگر حاوی CF_4 باشد، ترکیب به صورت گاز است ← دمای ماده بالای دمای بحرانی است

(ب) اگر حاوی C_4H_{10} باشد، باز هم ترکیب به حالت گاز است ← دمای ماده زیر دمای بحرانی ولی در همان فشار بالای نقطه (۳۶)

۱۶-۴) ✓ (۲۹) (۲۱)

$P_1 = ۴۰۰\ mmHg$

$t_1 = ۲۸°C ; 301°k$

$P_2 = ۷۶۰\ mmHg$

$t_2 = ۴۸/۵°C = 321.5°k$

$$\ln\frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right) \Rightarrow \ln\frac{760}{400} = \frac{\Delta H}{8.314}\left(\frac{1}{301}-\frac{1}{321.5}\right)$$

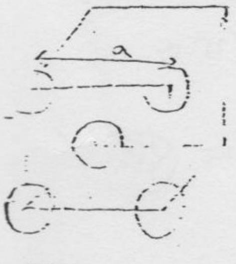
$$\Rightarrow 0.64 = 2.5\times10^{-5}\,\Delta H \Rightarrow \Delta H_{vap} = 2.5\times10^{4}\ j\,mol^{-1}$$

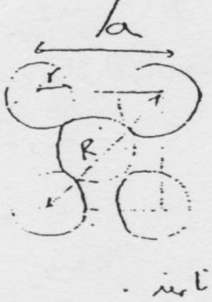
$m_{CS_2} = 12+32\times2 = 76\ gr$

$$Q = \frac{2.5\times10^{4}\ j}{1\ mol(CS_2)}\times\frac{1\ mol(CS_2)}{76\ gr(CS_2)} = 331.5\ j/gr$$

۱۷-۴) به جز HF که نیروهای بین مولکولی آن از نوع هیدروژنی است برای بقیه هیدروژن هالیدها نیروهای دوقطبی-دوقطبی وجود دارند. با توجه به شدت پیوند هیدروژنی در مقایسه با نیروهای واندروالسی انتظار می‌رود که دمای HF از بقیه بالاتر باشد که چنین نیز هست. (۳۰) (۳۴) ✓

از HCl تا HI حجم مولکول افزایش می‌یابد و هرچه حجم زیادتر شود نیروهای واندروالسی قوی‌تر می‌شوند، لذا دمای جوش باید از بالا به پایین افزایش یابد.





۱۸-۴) قطر یک وجه سلول واحد $= R = \sqrt{2}a$ ①

طول یال سلول واحد $= a$

$R = 4r \overset{①}{\Longrightarrow} \sqrt{2}a = 4r \Rightarrow r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$ (۷) ✓

حجمی که توپ‌ها در سلول واحد اشغال می‌کنند را کسر انباشتگی می‌نامند.

$$\text{کسر انباشتگی} = \frac{\text{حجم اشغال شده با کره‌ها}}{\text{حجم سلول واحد}} = \frac{4\times\frac{4}{3}\pi r^3}{a^3} = \frac{16\pi\left(\frac{a\sqrt{2}}{4}\right)^3}{3a^3} = \frac{16\pi a^3\times2\sqrt{2}}{64\times3a^3} = \frac{\sqrt{2}}{6}\pi$$

$= 0.74$

قطر مکعب $= ۲r_c + ۲r_a$ $\quad R = ۲r + ۲r = ۴r$

$$\dot{E} = \frac{-Z_c Z_a e^2 N M}{4\pi\varepsilon_0 r_0}\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

۱۹-۴) (الف) KCl یا CaO هر دو جامد یونی هستند. (۴) ✓

$r_{K^+} > r_{Ca^{2+}}$

$r_{Cl^-} > r_{O^{2-}}$

$$\rightarrow \begin{cases} r_0(KCl) > r_0(CaO) \\ Z_c Z_a(KCl) < Z_c Z_a(CaO) \end{cases} \Rightarrow E_{KCl} < E_{CaO} \Rightarrow$$

انرژی شبکه CaO بیشتر از KCl است ـ نقطه ذوب آن نیز بالاتر است (۴)

(ب) CCl_4 یا C_2Cl_6 ← هر دو جامد مولکولی هستند. چون جرم مولی C_2Cl_6 بیشتر از CCl_4 است. لذا نقطه ذوب آن نیز بالاتر است.

$M(CCl_4) = 154$

$M(C_2Cl_6) = 237$

(ج) Zn یا Cr ← هر دو جامد فلزی هستند. هرچه تعداد الکترونهای فلز بیشتر باشد، دریای الکترونی غنی‌تری داشته و پیوند فلزی قوی‌تر خواهد بود. لذا دمای ذوب Zn از Cr بیشتر است.

(د) CH_3COOH یا C_2H_5Cl ← پیوندهای بین مولکولی در استیک اسید از نوع هیدروژنی و در مورد مونوکلرواتان از نوع [illegible] است. با توجه به قدرت بیشتر پیوند هیدروژنی دمای ذوب CH_3COOH بالاتر است.

۲۰-۴)

$T_1 = 26.1°C = 299.1 K$

$P_1 = 100 mmHg$

$T_2 = 60.6°C = 333.6 K$

$P_2 = 400 mmHg$

$$\ln\frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_{vap}}{R}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right) \Rightarrow \ln\frac{400}{100} = \frac{\Delta H_{vap}}{8.314}\left(\frac{1}{299.1}-\frac{1}{333.6}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta H_{vap} = 3.33\times10^{4}\ J.mol^{-1}$$

(۲۴) ✓

$$\frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 88 \Rightarrow \frac{3.33\times10^4}{T_b} = 88 \Rightarrow T_b = 378.8 K$$

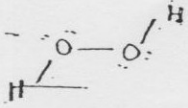
۲۱-۴) (الف) $20°C$ ← از حالت گاز به مایع تبدیل می‌شود. (۳۶) ✓

(ب) $70°C$ ← از حالت گاز به جامد تبدیل می‌شود.

(ج) $40°C$ ← به همان حالت گازی می‌ماند.

۲۲-۴) با توجه به الکترونگاتیوی بسیار زیاد F طول پیوند هیدروژنی H-F...H کوتاه بوده و دافعه قابل توجهی ایجاد می‌کند. همین موجب کمتر بودن گرمای مولی تبخیر HF از حد مورد انتظار می‌گردد. (۳۵) ✓

فشار بخار یک مایع به دو عامل نیروهای بین [illegible] جرم مولکولی بستگی دارد. با افزایش جرم مولکولی [illegible] افزایش می‌یابد



۲۳-۴) مولکول آب توانایی برقراری چهار پیوند هیدروژنی را دارد در حالیکه H_2O_2 می‌تواند شش پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. پس نیروهای بین مولکولی در H_2O_2 به مراتب قوی‌تر از H_2O خواهد بود. لذا دمای جوشش آن بالاتر بوده و خود مایع نیز تمایل کمتری برای تبدیل به حالت بخار خواهد داشت یعنی فشار بخار آن کمتر خواهد بود. (۳۴) ✓

۲۴-۴) $h = 720\ pm = 720\times10^{-12}\ m = 720\times10^{-10}\ cm$ (۱۸) ✓

$m(XeF_2) = 169.3\ gr.mol^{-1}$

تعداد گوی‌های موجود در سلول واحد $= 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$

$nV = Na^2h \Rightarrow V = \frac{Na^2h}{n} = \frac{6.02\times10^{23} \times (432\times10^{-10})^2 \times (720\times}{2}$

(11) $\Rightarrow V = 40.4\ cm^3.mol^{-1}$

$d = \frac{m}{V} = \frac{169.3\ g.mol^{-1}}{40.4\ cm^3.mol^{-1}} = 4.19 \Rightarrow d_{(XeF_2)} = 4.19\ g.cm^{-3}$

A → جامد

B → مایع

C → گاز

D → جامد و گاز

E → جامد و مایع و گاز

F → مایع و گاز

G → مایع و گاز

۲۵-۴

E → نقطه سه گانه

~~I نقطه ذوب نرمال~~

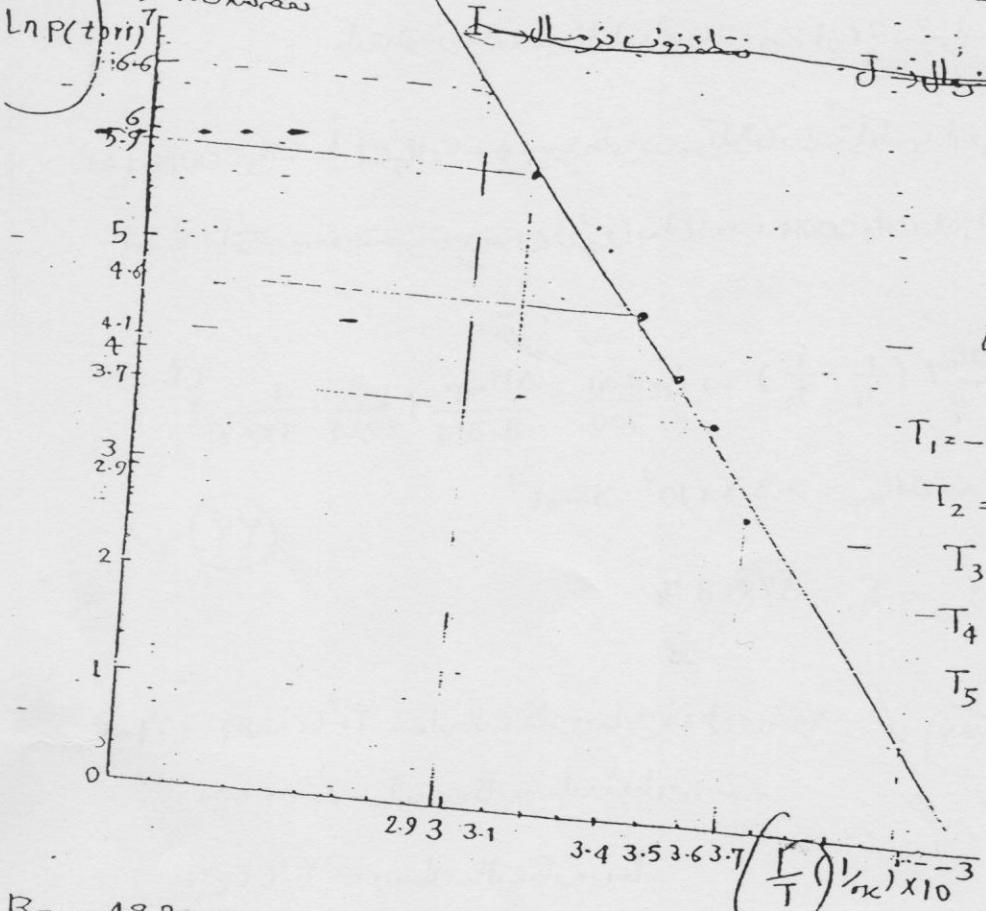
~~J نقطه جوش نرمال~~

H → فوق بحرانی

(۲۵)

(۳۵) ✓

✓ (ب) ۲۶-۴



$\ln p = \left(\frac{-\Delta H_{vap}}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) + C$

$T_1 = -6/.°C = 267°K \rightarrow \frac{1}{T_1} = 3.7\times10^{-3}$

$T_2 = 5°C = 278°K \rightarrow \frac{1}{T_2} = 3.6\times10^{-3}$

$T_3 = 12.1 = 285.1°K \rightarrow \frac{1}{T_3} = 3.5\times10^{-3}$

$T_4 = 21.2 = 294.2°K \rightarrow \frac{1}{T_4} = 3.4\times10^{-3}$

$T_5 = 49.9 = 322.9°K \rightarrow \frac{1}{T_5} = 3.1\times10^{-3}$

$P = 20 \rightarrow \ln p = 2.9$

$P = 40 \rightarrow \ln p = 3.7$

$P = 60 \rightarrow \ln p = 4.1$

$P = 100 \rightarrow \ln p = 4.6$

$P = 400 \rightarrow \ln p = 5.9$

$B = -4820.8$

$A = 20.92$

$\rightarrow \frac{-\Delta H_{vap}}{R} = -4820.8$

$\Rightarrow \Delta H_{vap} = 4.01\times10^{4}\ J.mol^{-1}$

$P = 760\ torr \xrightarrow[\text{نمودار}]{\text{از روی}} \frac{1}{T} = 2.95\times10^{-3} \Rightarrow T_b = 337.8°K$

$\ln p = \frac{-\Delta H}{R}\left(\frac{1}{T}\right) + C \Rightarrow \ln 760 = \frac{-4.01\times10^4}{8.314}\left(\frac{1}{T}\right) + 20.92 \Rightarrow -14.29 = -4820.75\left(\frac{1}{T}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{T} = 2.96\times10^{-3} \Rightarrow T_b = 337.8°K = 64.8°C$

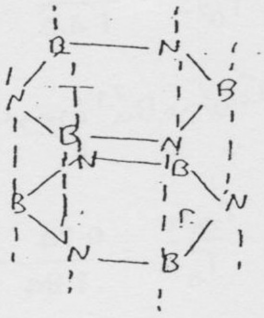
(۲۷-۴

$$3Cl_3 + NH_3 \xrightarrow[T>750°C]{\Delta} A \xrightarrow[T=1800°C]{P=85000} B$$

(۱۲)

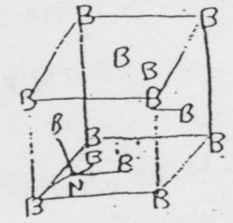
BN : $3+5 = 8e^-$ تعداد الکترونهای ظرفیتی

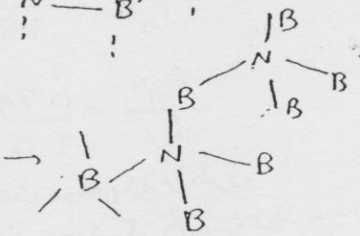
A=



ساختاری مشابه گرافیت

B=



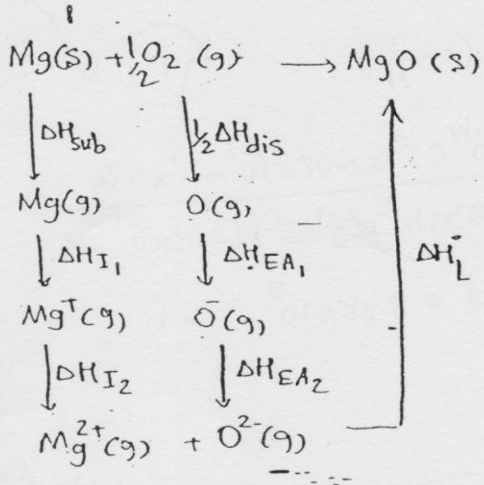


(۱۲) ✓

شبکه‌ی بلوری FCC که اتم های B ساختار تنگ چین را تشکیل می‌دهند واتم های N در نصف حفره‌های چهاروجهی قرار می‌گیرند

(۲۸-۴

(۱۸) ✓



$$\Delta H^\circ_f = \Delta H_{sub} + \Delta H_{I_1} + \Delta H_{I_2} + \frac{1}{2}\Delta H_{dis} + \Delta H_{EA_1} + \Delta H_{EA_2} + \Delta H^\circ_L$$

(۲۹-۴

(۰۹) ✓ (۳۶)

$T = 3000°K$

$P_1 = 9.08\times10^{-8}$ atm

$T_2 = 3500°K$

$P_2 = 7.42\times10^{-6}$

$\Delta H_{sub} = ?$

$$\ln\frac{P_2}{P_1} = \frac{-\Delta H_{sub}}{R}\left(\frac{1}{T_1}-\frac{1}{T_2}\right) \rightarrow \ln\frac{7.42\times10^{-6}}{9.08\times10^{-8}} = \frac{-\Delta H_{sub}}{8.314}\left(\frac{1}{3000}-\frac{1}{3500}\right)$$

$$\Rightarrow 4.40 = -5.73\times10^{-6}\,\Delta H_{sub} \Rightarrow \Delta H_{sub} = -7.69\times10^{5}\ J.mol^{-1}$$

(۱۳) ✓

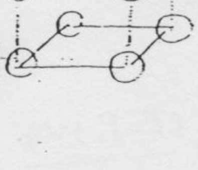
(۳۰-۴ (الف) (۱۶)

$a = 0.336$ nm

$m = 209$ amu

$V = a^3 = (0.336\times10^{-7}\,cm)^3$

$amu = 1.66\times10^{-24}$



تعداد گویها در یک سلول واحد $= 8\times\frac{1}{8} = 1$

جرم یک سلول واحد $= n m_{Po} = 1\times209\,amu = 209\times1.66\times10^{-24}\,gr$

$= 3.47\times10^{-22}\,gr$

(ب) حجم سلول واحد $= V = a^3 = (0.336\times10^{-7}\,cm)^3 = 3.79\times10^{-23}\,cm^3$

(ج) $\rho = \frac{m}{v} = \frac{3.47\times10^{-22}\,gr}{3.79\times10^{-23}\,cm^3} = 9.15\,g\,cm^{-3}$

$Ba^{2+} = 1.35\ A^\circ$

$r_{O^{2-}} = 1.40\ A^\circ$

$$\frac{r_{Ba^{2+}}}{r_{O^{2-}}} = \frac{1.35}{1.40} = 0.964$$

۱۴ ✓

۴-۳۱)

① $0.225 < \frac{r_+}{r_-} < 0.414$

② $0.414 < \frac{r_+}{r_-} < 0.732$

$0.736 < \frac{r_+}{r_-} < 1$

→ یون O^{2-} در ترتیب مکعب و یون Ba^{2+} در حفرهٔ مکعبی قرار می‌گیرد.

$r_{Zn^{2+}} = 0.74\ A^\circ$

$r_{S^{2-}} = 1.84\ A^\circ$

$r_{O^{2-}} = 1.4\ A^\circ$

$$\frac{r_{Zn^{2+}}}{r_{S^{2-}}} = \frac{0.74}{1.84} = 0.402$$

→ ① آنیون‌های S^{2-} تشکیل شبکه fcc می‌دهند و کاتیون‌های Zn^{2+} نیمی از حفره‌های چهاروجهی را اشغال می‌کنند

۴-۳۲)

$$\frac{r_{Zn^{2+}}}{r_{O^{2-}}} = \frac{0.74}{1.4} = 0.528$$

۱۵ ✓

→ ② آنیون‌های O^{2-} تشکیل شبکه fcc می‌دهند و Zn^{2+} در حفرهٔ هشت‌وجهی قرار می‌گیرد.

آنیون O^{2-} چون بزرگتر است، حفرهٔ کوچکتر (چهاروجهی) ایجاد می‌کند در حالیکه آنیون کوچکتر O^{2-} حفرهٔ بزرگتری به وجود می‌آورد.

NaCl $r_0 = 3.95\ A^\circ$

CsI $n = 12$

$M = 1.76$

$\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\ C^2 J^{-1} m^{-1}$

$e = 1.6\times10^{-19}\ C$

$$\Delta H_L = \frac{-Z_c Z_a e^2 N M}{4\pi\varepsilon_0 r_0}\left(1-\frac{1}{n}\right)$$

۱۸ ✓

۴-۳۳)

$$\Delta H_L = \frac{-1\times1\times(1.6\times10^{-19}C)^2\times6.02\times10^{23}mol^{-1}\times1.76}{4\times3.14\times(8.85\times10^{-12}C^2J^{-1}m^{-1})(3.95\times10^{-10}m)}\left(1-\frac{1}{12}\right)$$

$$\Delta H_L = 6.17\times10^5\times0.916 = 5.66\times10^5\ J\cdot mol^{-1}$$

$h = \frac{2\gamma}{r d g}$

$\gamma = 0.49\ Nm^{-1}$

$d = 13.6\times10^3\ kgm^{-3}$

$r = 0.8mm \Rightarrow r = 0.4mm$

$$h = \frac{2\times0.49\ (Nm^{-1})}{0.4\times10^{-3}(m)\times13.6\times10^3(kgm^{-3})\times10(\frac{m}{s^2})} = 0.018m = 18\ mm$$

۴-۳۴)

۲۴ ✓

$d = 850\ kgm^{-3}$

$R = 1.40\ mm$

$h = 19\ mm$

$$h = \frac{2\gamma}{r d g} \Rightarrow 19\times10^{-3} = \frac{2\gamma}{0.7\times10^{-3}(m)\times850(\frac{kg}{m^3})\times10(\frac{m}{s^2})}$$

۴-۳۵)

$\Rightarrow 2\gamma = 0.113 \Rightarrow \gamma = 0.057\ N/m$

۲۵ ✓

$\frac{(m-m_0)g}{6\pi r\eta}$

۲۶ ✓

2.5 mm

$3.2\ g\cdot cm^{-3} \Rightarrow \rho_0 = \frac{m_0}{V} \Rightarrow m_0 = \rho_0 V$

$21.4\ g\cdot cm^{-3} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$

$2.74\times10^{-2}\ cm\cdot s^{-1}$

$= ?$

۴-۳۶)

$$v = \frac{(\rho V - \rho_0 V)g}{6\pi r\eta} = \frac{(\rho-\rho_0)Vg}{6\pi r\eta}$$

$$v = \frac{(\rho-\rho_0)\frac{4}{3}\pi r^3 g}{6\pi r\eta} = \frac{4(\rho-\rho_0)r^2 g}{18\eta}$$

۳۶-۴)

$$v = \frac{4(\rho-\rho_0)r^2 g}{18\eta} \Rightarrow \eta = \frac{4(\rho-\rho_0)r^2 g}{18v} = \frac{4(21.4-3.2)(2.5\times10^{-1}\,cm)\times1000\,\frac{cm}{s^2}}{18\times2.74\times10^{-2}}$$

$$\Rightarrow \eta = 3.69\times10^{4}\ \left(\frac{g}{cm\cdot s}\right)$$

۳۷-۴) جامدات یونی : درحالت جامد سخت و شکننده اند و رسانای حرارتی و الکتریکی ندارند. ولی درحالت مذاب و
جریان برق هستند.

جامدات فلزی : درحالت جامد خاصیت چکش‌خواری و قابلیت تورق دارند. رسانای حرارت و جریان برق می‌باشند
درحالت مذاب نیز رسانای جریان برق می‌باشند.

جامدات مولکولی : نقاط ذوب وجوش پایین‌تری از جامدات دیگر دارند. ضمن اینکه درحالت مذاب یا محلول نیز رسانا
الکتریسیته نیستند. ۳۷ ✓

جامدات مشبک : برخلاف جامدات فلزی شکننده اند و رسانای الکتریکی یا حرارتی ندارند و یا هدایت کمی دارند.

۳۷ ✓

تمرین های فصل پنجم ص ۲۰۱

① ✓

۵-۱)

$h = 120\ cm$

$\rho = 1\ g\ cm^{-3}$

$P = ?$

$$P = \rho g h = 1\times10^{3}\,(kg\,m^{-3}) \times 9.80665\ m\,s^{-2} \times 120\times10^{-2}\,(m) = 11.77\times10^{3}\ (Pa)$$

۵-۲) این پیشنهاد نمی‌تواند درست باشد. زیرا می‌دانیم که $0°$ معادل $32°F$ است ولی این رابطه این را نشان نمی‌دهد:

$$F = 2t + 3 \xrightarrow{t=0} F = 2\times 0°C + 3°F \Rightarrow F = 3°F$$

② ✓

۵-۳)

$T = 298.2\ K$

$m = 0.36269\ g$

$P = 0.01\ bar$

$$P_{N_2}V_{N_2} = n_{N_2}RT \qquad P_{A_2}V_{A_2} = n_{A_2}RT$$

$$\xrightarrow[V_{N_2}=V_{A_2}]{P_{N_2}=P_{A_2}} n_{N_2}RT = n_{A_2}RT \Rightarrow n_{N_2} = n_{A_2} \Rightarrow \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{m_{A_2}}{M_{A_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{0.3626}{14\times2} = \frac{0.9175}{M_{A_2}} \Rightarrow M_{A_2} = 70.85 \quad (Cl_2)$$

⑤ ✓

۵-۴)

$T_1 = 0°C$

$\rho_1 = 13.5955\ g\ cm^{-3}$

$T_2 = 35°C$

$\rho_2 = 13.5094\ g\ cm^{-3}$

$h = 76.00\ cm$

③ ✓

الف) $P = \rho g h = 13.5094\times10^{3}\ kg\,m^{-3} \times 9.80665\ \frac{m}{s^2} \times 76\times10^{-2}\ (m)$

$$\Rightarrow P = 1.007\times10^{5}\ (Pa) \times \frac{1\ atm}{1.01325\times10^{5}\ (Pa)} = 0.994\ atm$$

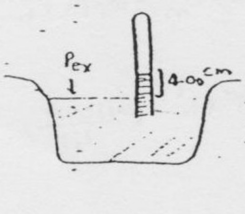
ب) $P = 0.994\ atm \times \frac{1.01325\ bar}{1\ atm} = 1.007\ bar \Rightarrow P = 1.007\ bar$

۵-۵)

$P = 750\ mmHg$

$h = 4.00\ cm$

$P_{in} = ?$



$$P_{ex} = \rho g h + P_{in}$$

$$۷۵۰\ mmHg \times \frac{1\ atm}{۷۶۰\ mmHg} \times \frac{۱.۰۱۳۲۵\times۱۰^{۵}\ Pa}{1\ atm} = ۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^3} \times ۹.۸۰۶۶۵\ \frac{m}{s^2} \times ۴\times۱۰^{-۲}\ m + P_i$$

$$۹.۹۹۹\times۱۰^{۴}\ Pa = ۳۹۲.۲۶۶ + P_{in} \Rightarrow P_{in} = ۹.۹۵۹\times۱۰^{۴}\ (Pa)$$

④ ✓

۵-۶)

$V_1 = ۵۸\ ml$

$P_2 = P_1 + ۱۲۵\ torr$

$V_2 = V_1 - ۴۹.۶\ ml = ۵۸ - ۴۹.۶ = ۸.۴\ ml$

$P_1 = ?$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = (P_1 + ۱۲۵)(V_1 - ۴۹.۶)$$

$$\Rightarrow P_1V_1 = ۸.۴(P_1 + ۱۲۵) \Rightarrow P_1 \times ۵۸ = ۸.۴(P_1 + ۱۲۵)$$

$$۵۸P_1 - ۸.۴P_1 = ۱۰۵۰ \Rightarrow P_1 = ۲۱.۲\ torr$$

⑥ ✓

۵-۷)

$V_1 = ?$

$P_1 = ۳.۶\ atm$

$V_2 = ۴.۹\ lit$

$P_2 = ?$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_{in}V_1 = P_f(V_1 + V_2) \Rightarrow ۳.۶V_1 = ۲.۵(V_1 + ۴.۹)$$

$$۳.۶V_1 - ۲.۵V_1 = ۱۲.۲۵ \Rightarrow ۱.۱V_1 = ۱۲.۲۵ \Rightarrow V_1 = ۱۱.۱\ ml$$

⑦ ✓

۵-۸)

$\rho = ۱۰\ atom/cm^3$

$T = ۱۰۰\ K$

$P = ?$

$$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow PM = \frac{m}{V}RT \Rightarrow PM = \rho RT \Rightarrow P = \frac{\rho R}{M}T$$

$$P = \frac{۱۰\ atm\,cm^{-3} \times \frac{1\ molec}{۲\ atm} \times \frac{۲\ gr}{۶.۰۲\times۱۰^{۲۳}\ molec} \times ۱۰^{۳}\ \frac{kg}{m^3} \times ۸.۳۱۴\ \frac{J}{mol\,K}}{۲\times۱۰^{-۳}\ kg\,mol^{-1}} \times ۱۰۰ = ۶.۹۱\times۱۰^{-۱۸}\ (Pa)$$

⑧ ✓

۱

۵-۹)

$P_t = ۹۵۰\ torr$

$V_1 = ?$

P_2 (باقیمانده) $= ۹۰۰\ torr$

$P_1 = ۷۶۰\ torr$ (خارج شده)

$n_1 + n_2 = n$

$$\frac{P_1V_1}{RT} + \frac{P_2V}{RT} = \frac{PV}{RT} \Rightarrow P_1V_1 + P_2V = PV \Rightarrow ۷۶۰ \times ۱/۵۲ = (۹۵۰ - ۹۰۰)V$$

$$\Rightarrow V = 23.1\ cm^3$$

(۹) (۹) ✓

۵-۱۰)

$m = ۲/۸۵\ gr$

$V = ۲\ lit$

$T = ۹۵۰\ k$

$P = ۴۵۸\ torr$

$M = ?$

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{۴۵۸}{۷۶۰\ torr} \times ۱ = n \times ۰/۰۸۲ \times ۹۵۰ \Rightarrow n = ۰/۰۱۱\ mol$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n} = \frac{۲/۸۹}{۰/۰۱۱} = ۲۶۲/۷۲ \Rightarrow M = ۲۶۱/۷۹۹۶\ \frac{gr}{mol}$$

(۱۰) (۱۰) ✓

$HgCl_x$

$$M = ۲۰۰/۱۹ + ۳۵/۵x = ۲۴۱/۷۲ \Rightarrow ۳۵/۵x = ۲۴۱/۷۲ - ۲۰۰/۱۹ \Rightarrow ۳۵/۵x = ۴۱$$

$$\Rightarrow x' = ۱/۱۷ \simeq ۲$$

$HgCl_2$ فرمول مولکولی

۵-۱۱)

$T = ۲۵^\circ C = ۲۹۸\ k$

$P = ۱۰^{-۹}\ mmHg$

$C_m = ?$

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{n}{V}RT \Rightarrow P = C_mRT$$

$$\Rightarrow \frac{۱۰^{-۹}}{۷۶۰} = C_m \times ۰/۰۸۲ \times ۲۹۸ \Rightarrow C_m = ۵/۳۸ \times ۱۰^{-۱۱}\ (\frac{mol}{lit})$$

$$C_m = ۵/۳۸ \times ۱۰^{-۱۱}\ mol.L^{-1} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ molecule}{1mol} = ۳/۲۴ \times ۱۰^{۱۳}\ (\frac{molecule}{Lit})$$

(۱۱) (۱۱) ✓

۵-۱۲) الف)

$$\frac{\Delta N}{N} = ۴\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{۱/۵} e^{\frac{-mc^2}{۲kT}} c^۲ \Delta C$$

$$\frac{\Delta N}{N} = ۴\pi\left(\frac{۲ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{۲\pi \times ۸/۳۱۴ \times ۳۰۰}\right)^{۱/۵} e^{\frac{-۳۲(۳۰۰)^۲ \times ۱۰^{-۳}}{۲ \times ۸/۳۱۴ \times ۳۰۰}} \times (۳۰۰)^۲ \times (۳۱۰ - ۳۰۰)$$

(۳٤)

$$= ۶/۷۳۶ \times ۱۰^{-۸} \times ۰/۴۲۱ \times ۹ \times ۱۰^۴ \times ۱۰ = ۰/۰۲۵۵$$

(۳٤) ✓ $T = ۳۰۰k$

$$\frac{\Delta N}{N} = ۴\pi\left(\frac{۲ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۳}}{۲\pi \times ۸/۳۱۴ \times ۵۰۰}\right)^{۱/۵} e^{\frac{-۳۲(۳۰۰)^۲ \times ۱۰^{-۳}}{۲ \times ۸/۳۱۴ \times ۵۰۰}} \times (۳۰۰)^۲ \times (۳۱۰ - ۳۰۰)$$

$$= ۳/۰۸۵ \times ۱۰^{-۷} \times ۰/۷۰۷ \times ۹ \times ۱۰^۴ \times ۱۰ = ۰/۲۹$$

$T = ۵۰۰k$

با افزایش دما، تعداد بیشتری از مولکولها در محدوده سرعت مورد نظر قرار می‌گیرند

۵-۱۳) الف) تابع توزیع نرمال

$$\frac{dN}{N} = ۴\pi A C^2 \exp\left(-\frac{mc^2}{2kT}\right)$$

?

$$\frac{dN}{N} = ۴\pi AC^2 e^{-\frac{mc^2}{2kT}} dc \Rightarrow \int \frac{dN}{N} = ۴\pi A \int_{C=۰}^{C=\infty} c^2 e^{\frac{-mc^2}{2kT}} dc$$

(۳۵) ✓ (۳۵)

ب)

۵-۱۳)

$$\frac{\Delta N}{N} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{mc^2}{2kT}} c^2 \Delta c$$

۵-۱۴)

الف)

$$\frac{dN/N}{dc} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2}\left[\left(\frac{-2mc}{2kT}\right)c^2 e^{-\frac{mc^2}{2kT}} + 2c\, e^{-\frac{mc^2}{2kT}}\right] = 0$$

(۳۶)

$$\Rightarrow 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{mc^2}{2kT}}\left[-\frac{mc^3}{kT} + 2c\right] = 0 \Rightarrow 2c - \frac{mc^3}{kT} = 0 \Rightarrow c\left(2 - \frac{mc^2}{kT}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} c = 0 \\ C_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \end{cases}$$

(۳۶)

$$T = 350\,k \Rightarrow C_{mp} = \sqrt{\frac{2\times 8.314\times 350}{44\times 10^{-3}}} = 363.7\ ms^{-1}$$

$M = 12 + 32 = 44$

$$T = 500\,k \Rightarrow C_{mp} = \sqrt{\frac{2\times 8.314\times 500}{44\times 10^{-3}}} = 434.7\ ms^{-1}$$

با توجه به رابطه C_{mp} محتمل‌ترین سرعت برای یک نوع گاز فقط به دما وابسته است و لذا با افزایش دما ماکزیمم منحنی $\frac{dN}{N}$ به سمت سرعتهای بالاتر جابجا می‌شود.

۵-۱۵) (۳۷) $T = 350\,k$

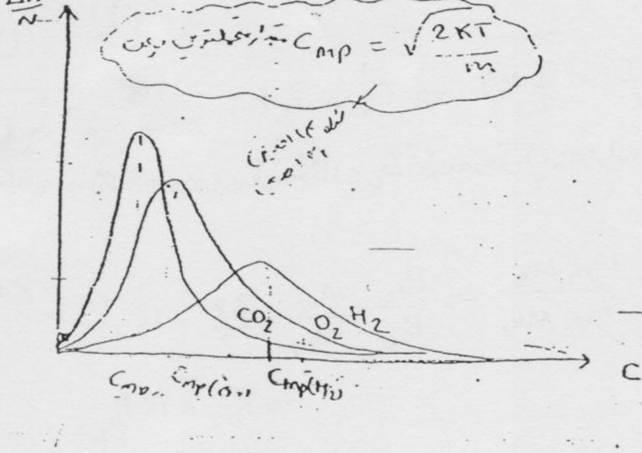
$$C_{rms} = \sqrt{\bar{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} = \sqrt{\frac{3\times 8.314\times 350}{44\times 10^{-3}}} = 445.4\ ms^{-1}$$

$$\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

این دو در یک ضریب $\sqrt{\frac{8}{3\pi}}$ با همدیگر فرق دارند.

۵-۱۶) (۳۸)

$$\frac{\Delta N}{N} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{mc^2}{2kT}} c^2 \Delta c$$



$M_{H_2} = 2$

$M_{O_2} = 32$

$M_{CO_2} = 44$

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{H_2} = 4\pi\left(\frac{2}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{2c^2}{2kT}} c^2 \Delta c$$

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{O_2} = 4\pi\left(\frac{32}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{32c^2}{2kT}} c^2 \Delta c$$

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{CO_2} = 4\pi\left(\frac{44}{2\pi kT}\right)^{1/2} e^{-\frac{44c^2}{2kT}} c^2 \Delta c$$

$$\frac{(\Delta N/N)_{O_2}}{(\Delta N/N)_{H_2}} = \left(\frac{32}{2}\right)^{1.5} \times \frac{e^{-\frac{32c^2}{2kT}}}{e^{-\frac{2c^2}{2kT}}} = (16)^{1.5} \times e^{-\frac{30c^2}{2kT}}$$

۱۰-۱۶. برای رسم شکل تابع ها $C_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$ را در رابطه $\frac{\Delta N}{N}$ قرار داده و مقدار $\frac{\Delta N}{N}$ را از رابطه زیر بدست می آوریم

$$\frac{(C_{mp})_{O_2}}{(C_{mp})_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{C_{mp}} = 4\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1/2} \rightarrow m$$ بس هرچه m بزرگتر باشد در تابع $\frac{\Delta N}{N}$ بزرگتر است

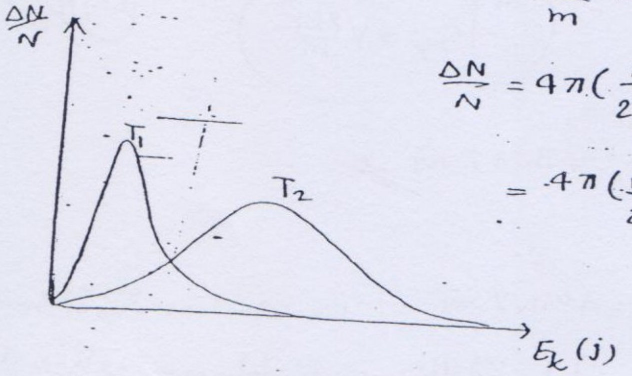
$$\frac{(C_{mp})_{CO_2}}{(C_{mp})_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{CO_2}}} = \sqrt{\frac{2}{44}} = \sqrt{\frac{1}{22}} = \frac{1}{4.7}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mc^2 = \frac{mc^2}{2} \Rightarrow c^2 = 2E_k/m \Rightarrow c = \left(\frac{2E_k}{m}\right)^{1/2}$$

۱۷-۵

$$\frac{\Delta N}{N} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} e^{-\frac{mc^2}{2kT}} c^2 \Delta c \qquad \Delta E_k = \frac{1}{2}\times 2mc\Delta c \rightarrow \Delta c = \frac{\Delta E_k}{mc} = \frac{\Delta E_k}{m\left(\frac{2E_k}{m}\right)^{1/2}}$$

$$\frac{\Delta N}{N} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} e^{-\frac{m}{2kT}\times\frac{2E_k}{m}} \times \frac{2E_k}{m}\Delta E_k$$



(۳۹)

$$\frac{\Delta N}{N} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} \times \frac{2E_k}{m} e^{-\frac{m}{2kT}\times\frac{2E_k}{m}} \frac{1}{(2E_k m)^{1/2}}\Delta E_k$$

$$= 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} \times (2E_k m)^{1/2} e^{-E_k/kT} \Delta E_k$$

(۳۹)

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{8\pi}{m}\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} e^{-E_k/kT} E_k \Delta E_k \Rightarrow \frac{dN/N}{dE} = \frac{8\pi}{m}\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5}\left[-\frac{1}{kT}e^{-E_k}\cdot E_k + e^{-E_k/kT}\right] = 0$$ ۱۸-۵

$$\Rightarrow \frac{8\pi}{m}\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{1.5} e^{-E_k}\left[-\frac{E_k}{kT}+1\right] = 0 \Rightarrow -\frac{E_k}{kT} = -1 \Rightarrow \boxed{(E_k)_{mp} = kT}$$

(۴۰)

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \Rightarrow \frac{\bar{C}_{O_2}}{\bar{C}_{H_2}} = \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \bar{C}_{H_2} = 4\bar{C}_{O_2}$$

(۴۱) (الف) ۱۹-۵

$$E_k = \frac{1}{2}mc^2 \Rightarrow \bar{E}_k = \frac{1}{2}m\bar{c^2} = \frac{1}{2}m \times \frac{3kT}{m} = \frac{3}{2}kT \Rightarrow \bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$$

(ب)

با توجه به یکسان بودن دمای دو گاز، E_k برای هر دو یک مقدار است.

(ج)

$$P_{H_2}V = n_{H_2}RT$$
$$P_{O_2}V = n_{O_2}RT \Rightarrow \frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = \frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} = \frac{m_{H_2}/M_{H_2}}{m_{O_2}/M_{O_2}} = \frac{m_{H_2}M_{O_2}}{m_{O_2}M_{H_2}} \Rightarrow \frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} = \frac{32}{2} = 16$$

$$\Rightarrow P_{H_2} = 16P_{O_2}$$

۱۹-۵)

$$\frac{N_{H_2}}{N_{O_2}} = \frac{n_{H_2} \cdot N_0}{n_{O_2} \cdot N_0} = \frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} = \frac{m/M_{H_2}}{m/M_{O_2}} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} \Rightarrow \frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} = \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}} = \frac{32}{2} = 16 \Rightarrow n_{H_2} = 16 n_{O_2}$$

(الف)

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \frac{\bar{c}_{H_2}}{\bar{c}_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4 \Rightarrow V_{H_2} = 4 V_{O_2}$$

(ج)

۲۰-۵)

$$\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \Rightarrow \bar{c}_{O_2} = \sqrt{\frac{8 \times 8.314 \times 300}{\pi \times 32 \times 10^{-3}}} = 445.5 \ m.s^{-1}$$

(۴۲)

$$\bar{c}_{O_2} = \bar{c}_{CO_2} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \Rightarrow 445.5 = \sqrt{\frac{8 \times 8.314 T}{\pi \times 44 \times 10^{-3}}} \Rightarrow 1.98 \times 10^{5} = 481.16 T \Rightarrow T = 412.5$$

(۴۲) ✓

۲۱-۵)

$$PV = \frac{2}{3} N \bar{E}_k, \quad PV = nRT \Rightarrow nRT = \frac{2}{3} N \bar{E}_k \Rightarrow nRT = \frac{2}{3} n N_0 E_k \Rightarrow E_k = \frac{3}{2} \frac{R}{N_0} T$$

$$\Rightarrow \boxed{E_k = \frac{3}{2} kT}$$

(۴۳) (۴۳) ✓

۲۲-۵)

$$\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}, \quad C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow \bar{c} - C_{rms} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} - \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{RT}{M}} \left(\sqrt{\frac{8}{\pi}} - \sqrt{3}\right)$$

$$\Rightarrow \bar{c} - C_{rms} = -0.136 \sqrt{\frac{RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} - \bar{c} = 0.136 \sqrt{\frac{RT}{M}}$$

$$\Delta C = \frac{C_{rms} - \bar{c}}{C_{rms}} = \frac{0.136 \sqrt{RT/M}}{\sqrt{3} \times \sqrt{RT/M}} \times 100 = \frac{0.136}{\sqrt{3}} \times 100$$

(۴۴) (۴۴) ✓

۲۳-۵) (الف)

$P = 10^{-12}$ torr

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{10^{-14}}{760} \times 1 = n \times 0.082 \times 298 \Rightarrow n = 5.38 \times 10^{-17} \ (mol)$$

(۴۵)

$$N = nN_0 = 5.38 \times 10^{-17} (mol) \times 6.02 \times 10^{23} mol^{-1} = 3.24 \times 10^{7} \rightarrow$$ تعداد مولکول‌ها

(ب)

$r = 2 Å = 2 \times 10^{-10} m$

$$V = \frac{4}{3} N \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3.24 \times 10^{7} \times \pi \times (2 \times 10^{-10})^3 = 1.09 \times 10^{-21} m^3$$

(۴۵) ✓

$$V = 1.09 \times 10^{-21} m^3 \times \frac{1000 L}{1 m^3} = 1.09 \times 10^{-18} L$$

درصد فضای اشغال شده توسط مولکولها $= \frac{1 L - 1.09 \times 10^{-18} L}{1 Lit} \times 100 \simeq 0\%$

۲۴-۵)

$$C_{rms} = \sqrt{\bar{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow (C_{rms})_e = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 298}{9.1 \times 10^{-31}}} = 1.16 \times 10^{5} \ ms^{-1}$$

(۴۶)

$m_e = 9.1 \times 10^{-31} (kg)$

$$(C_{rms})_{UF_6} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 298}{352 \times 10^{-3}}} = 145.3 \ m.s^{-1}$$

$M_{UF_6} = 238 + 19 \times 6 = 352$

(۴۶) ✓

۵

$PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow PM = \frac{m}{V} RT \Rightarrow PM = dRT$

(۱۲) (۲۶-۵

$m = 2.96\ gr$

$d_m = ?$

$d_n = ?$

(۱۳)

$PM = dRT \Rightarrow d = \frac{PM}{RT} = \frac{\frac{۴۵۸}{۷۶۰} \times ۱/۰۱۳۲۵ \times ۱۰^{۵} (Pa) \times ۲۹۱/۷۹}{۸/۳۱۴ \times ۹۵۰} = ۲/۱۹۵۸ \times ۱۰^{۳}\ kg.m^{-3} = ۲/۱۹۵۸\ g.cm^{-3}$ (۱۲) ✓

(۳۲-۵

$P = \frac{n}{V} RT \Rightarrow P = d_n RT \Rightarrow d_n = \frac{P}{RT} = \frac{\frac{۴۵۸}{۷۶۰} \times ۱/۰۱۳۲۵ \times ۱۰^{۵}}{۸/۳۱۴ \times ۹۵۰} = ۱۱/۳\ \frac{mol}{m^3}$ (۱۳) ✓

$d_{mix} = ۰/۵۱۸\ gL^{-1} = ۰/۵۱۸\ \frac{kg}{m^3}$

$T = ۲۵\ °C$

$P = ۷۲\ torr$

$\%\ m_{He} = ?$

(۲۷-۵ (۱۴)

$PV_{tot} = n_{tot} RT \Rightarrow P\left(\frac{m}{\rho}\right) = (n_1 + n_2) RT$

$\Rightarrow \frac{P}{\rho}(m_1 + m_2) = (n_1 + n_2) RT \Rightarrow \rho = \left(\frac{m_1 + m_2}{n_1 + n_2}\right) \frac{P}{RT}$ (۱۴) ✓

چگالی یک مخلوط گاز ایده‌آل از این رابطه بدست می‌آید

$\rho = \left(\frac{m_1 + m_2}{n_1 + n_2}\right) \frac{P}{RT}$

$n_1 = \frac{m_1}{M_1} \Rightarrow M_1 = \frac{m_1}{n_1}$

$x_1 = \frac{n_1}{n} \Rightarrow n_1 = x_1 n \Rightarrow M_1 = \frac{m_1}{x_1 n} \Rightarrow \boxed{m_1 = n x_1 M_1}$ (A)

$\Rightarrow \rho = \left(\frac{n x_1 M_1 + n x_2 M_2}{n}\right) \frac{P}{RT} = (x_1 M_1 + x_2 M_2) \frac{P}{R}$

$\Rightarrow \rho = (x_1 M_1 + x_2 M_2)\left(\frac{P}{RT}\right)$ (B)

$\Rightarrow ۰/۵۱۸ \frac{g}{L} = (۴x_1 + ۳۲ x_2)\left(\frac{۷۲/۷۶۰}{۰/۰۸۲ \times ۲۹۸}\right) \Rightarrow ۴x_1 + ۳۲ x_2 = ۱۳/۳۶ \Rightarrow \begin{cases} x_1 + ۸x_2 = ۳/۳۴ \\ x_1 + x_2 = ۱ \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} x_1 + ۸x_2 = ۳/۳۴ \\ -x_1 - x_2 = -۱ \end{cases}$

$۷x_2 = ۲/۳۴ \Rightarrow x_2 = ۰/۳۳۴$

$x_1 = ۰/۶۶۶$

$m_1 + m_2 = ۱۰۰ \overset{(A)}{\Rightarrow} n x_1 M_1 + n x_2 M_2 = ۱۰۰ \Rightarrow n(x_1 M_1 + x_2 M_2) = ۱۰۰ \Rightarrow n(۰/۶۶۶ \times ۴ + ۰/۳۳۴ \times ۳۲) = ۱۰۰$

$\Rightarrow n = \frac{۱۰۰}{۱۳/۳۵۲} = ۷/۴۸۹ \Rightarrow n = ۷/۴۸۹$

$x_1 = \frac{n_1}{n} \Rightarrow n_1 = x_1 n = ۰/۶۶۶ \times ۷/۴۸۹ = ۴/۹۸۸\ mol \Rightarrow n_1 = ۴/۹۸۸ \Rightarrow m_1 = n_1 M_1 = ۴/۹۸۸ \times ۴ = ۱۹/۹۵$

$\Rightarrow m_1 = ۱۹/۹۵\ \%$ → درصد جرمی He در مخلوط

$T = 350\ K$

$P = 1.2\ atm$

$d = 3.23\ g\,dm^{-3} = 3.23\ \frac{kg}{m^3}$

$M_{C_2H_4O_2} = 60$

$M_{C_4H_8O_4} = 120$

$\rho = \frac{(x_1 M_1 + x_2 M_2)}{RT} \times P$

(۲۸-۵ از رابطه (B) استفاده می‌کنیم

$\Rightarrow (x_1 M_1 + x_2 M_2) = \frac{\rho RT}{P} = \frac{3.23 \times 0.82 \times 350}{1.2} = 77.25$ (۱۵)

$\Rightarrow 60x_1 + 120 x_2 = 77.25 \Rightarrow x_1 + 2x_2 = 1.29$ (۱۵) ✓

۲۸-۵)

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 = 1.29 \\ x_1' + x_2 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 + 2x_2 = 1.29 \\ -x_1 - x_2 = -1 \end{cases}$$

$$x_2 = 0.29 \rightarrow x_1 = 0.71$$

$$X_{Dimer} = 0.29 \times 100 = 29\%$$

۲۹-۵) (الف)

$\%m_{N_2} = 50$

$\%Ne = 22.3$

$\%Cl_2 = 27.7$

$P_{Cl_2} = ?$

STP $\begin{cases} T = 273\,K \\ P = 1\,atm \end{cases}$

$$P_{tot} = \sum_{i=1}^{3} P_i = P_{N_2} + P_{Ne} + P_{Cl_2}$$

(۱۶)

$$\xrightarrow{PV=nRT} \frac{n_{tot}RT}{V} = \frac{n_{N_2}RT}{V} + \frac{n_{Ne}RT}{V} + \frac{n_{Cl_2}RT}{V}$$

(۱۶) ✓

$$\Rightarrow n_{tot} = n_{N_2} + n_{Ne} + n_{Cl_2}$$

$$n_{Cl_2} = \frac{m_{Cl_2}}{M_{Cl_2}} = \frac{0.277}{35.5} = 7.8\times10^{-3}\ mol$$

$$n_{Ne} = \frac{m_{Ne}}{M_{Ne}} = \frac{0.223}{20.2} = 0.011\ mol$$

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{50}{28} = 1.786\ mol$$

$$n_{tot} = 7.8\times10^{-3} + 0.011 + 1.786 = 1.8\ mol$$

$$X_{Cl_2} = \frac{n_{Cl_2}}{n_{tot}} = \frac{7.8\times10^{-3}}{1.8} = 4.32\times10^{-3}$$

$$P_{Cl_2} = X_{Cl_2}\cdot P_{tot} = 4.32\times10^{-3}\times1 = 4.32\times10^{-3}\ atm$$

ب)

$$P_{Cl_2} = X_{Cl_2}\cdot P_{tot} = 4.32\times10^{-3}\times1\ bar = 4.32\times10^{-3}\ bar$$

۳۰-۵) با فرض اینکه تعداد مول های H_2 بیشتر بوده است، C_2H_4 به طور کامل مصرف شده است

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$$

$P_{H_2} + P_{C_2H_4} = 52$ torr → قبل از واکنش

(۱۷)

$P'_{H_2} + P_{C_2H_6} = 34$ torr → بعد از واکنش

$$\Rightarrow P_{C_2H_4} = 52 - 34 = 18\ torr \xrightarrow[PV=nRT]{n_{C_2H_4}=n_{C_2H_6}} P_{C_2H_6} = 18\ torr$$ → فشار اتان حاصل از واکنش

$P'_{H_2} = 34 - 18 = 16$ torr → فشار H_2 باقیمانده پس از واکنش

$$P_{C_2H_4} = X_{C_2H_4} P_{tot} \Rightarrow 18 = X_{C_2H_4}\times 52 \Rightarrow X_{C_2H_4} = 0.346$$

(۱۷) ✓

$$P_{H_2} + P_{C_2H_4} = 52 \rightarrow P_{H_2} = 52 - P_{C_2H_4} = 52 - 18 = 34 \Rightarrow P_{H_2} = 34\ torr$$

$P_{H_2} = X_{H_2} P_{tot} \Rightarrow X_{H_2} = \frac{34}{52} = 0.654$ → کسر مولی H_2 در مخلوط اولیه

$P'_{H_2} = X'_{H_2} P_{tot} \Rightarrow X'_{H_2} = \frac{16}{34} = 0.470$ → کسر مولی H_2 در مخلوط نهایی

$X_{C_2H_6} = \frac{18}{34} = ۰.۵۲۹$ → کسر مولی C_2H_6 در مخلوط نهایی

$m_1+m_2=100 \Rightarrow nx_1M_1+nx_2M_2=100 \Rightarrow n=\frac{100}{x_1M_1+x_2M_2}=\frac{100}{x_{H_2}M_{H_2}+x_{C_2H_6}M_{C_2H_6}}$

$\Rightarrow n=\frac{100}{۰/۴۷×۲+۰/۵۲۹×۳۰}=۵/۹۴۹ \Rightarrow n=۵/۹۴۹\ mol$

$x_1=\frac{n_1}{n} \Rightarrow n_{H_2}=x_{H_2}n=۰/۴۷×۵/۹۴۹=۲/۷۹۹ \Rightarrow n_{H_2}=۲/۷۹۹\ mol$

$m_1=n_1M_1=۲/۷۹۹×۲=۵/۵۹۰ \Rightarrow m_1=۵/۵۹\%$ → درصد جرمی H_2 در مخلوط نهایی

۵-۳۱) $m=\sum_i m_i$, $n=\sum_i n_i$

$\bar{M}=\frac{m}{n}=\frac{\sum_i m_i}{\sum n_i}=\frac{\sum \frac{m_i}{M_i}M_i}{\sum n_i}=\frac{\sum n_iM_i}{\sum n_i}=\sum_i \frac{n_iM_i}{n}$

ثابت: $\bar{M}=\sum_i x_iM_i$ $\Rightarrow \bar{M}=\sum_i x_iM_i$ (۱۸)

طرح: $\sum \frac{m_i}{M_i}M_i=\sum n_iM_i$ (۱۸) ✓

$P=\frac{nRT}{V}=\frac{\frac{m}{M}}{V}RT=\frac{dRT}{M}$

۵-۳۲) (۱۹)

$d_{P_n}=2.7\ g\,l^{-1}$

$P=1\ atm$

$d_{N_2}=0.62\ g\,l^{-1}$

$PM=dRT \Rightarrow P_{P_n}=\frac{d_{P_n}RT}{M_{P_n}}$, $P_{N_2}=\frac{d_{N_2}RT}{M_{N_2}}$

$\frac{P_{P_n}}{P_{N_2}}=1 \Rightarrow \frac{d_{P_n}RT}{M_{P_n}}=\frac{d_{N_2}RT}{M_{N_2}} \Rightarrow \frac{2.7}{M}=\frac{0.62}{28} \Rightarrow M=121.9\ gr.mol^{-1}$

$(P_n)=121.9 \Rightarrow 31n=121.9 \Rightarrow n=4$ $\Rightarrow P_4=$ فرمول مولکولی ترکیب (۱۹) ✓

۵-۳۳) (۲۰)

$\bar{M}=\sum_i x_iM_i$

$\%m_{N_2}=۸۰$, $\%m_{O_2}=۲۰$

$n_{N_2}=\frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}=\frac{80}{28}=2.86$ $\Rightarrow x_{N_2}=\frac{n_{N_2}}{n_{tot}}=\frac{2.86}{3.48}=0.82$

$n_{O_2}=\frac{m_{O_2}}{M_{O_2}}=\frac{20}{32}=0.625$ $\Rightarrow x_{O_2}=\frac{n_{O_2}}{n_{tot}}=\frac{0.625}{3.48}=0.18$

$n_{tot}=n_{N_2}+n_{O_2}=3.48\ mol$

$\bar{M}=\sum_{i=1}^{2} x_iM_i=x_{N_2}M_{N_2}+x_{O_2}M_{O_2}=0.82×28+0.18×32=28.72\ g.mol^{-1}$ (۲۰) ✓

۵-۳۴ (الف) (۲۱)

$P=1\ atm$

$T=273°k$

$d=1.2929\ g\,l^{-1}$

$d_{N_2}=1.25055$

$PM=dRT \Rightarrow P=\frac{dRT}{M}$

$\frac{d_aRT}{M_a}=\frac{d_{N_2}RT}{M_{N_2}} \Rightarrow \frac{1.2929}{M}=\frac{1.25055}{28} \Rightarrow M=28.9\ g.mol^{-1}$ (۲۱) ✓

ب)

$=\sum_i x_iM_i=x_{N_2}M_{N_2}+x_{O_2}M_{O_2}+x_{Ar}M_{Ar}+x_{CO_2}M_{CO_2}=۰/۷۸۰۸×۲۸+۰/۲۰۹۵×۳۲$

$+۰/۰۰۹۳×۴۰+۰/۰۰۰۳×۴۴=۳۰/۵۵$

۴۲

۵-۳۵)

$(m_{H_2})_1 = 4\,gr$

$(m'_{H_2})_2 = 10\,gr$

$P_1V_1 = n_1RT \Rightarrow PV_1 = (n_{H_2} + n_{He})RT \Rightarrow PV_1 = (\frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} + n_{He})RT$

$\Rightarrow PV_1 = (\frac{4}{2} + n_{He})RT$ ①

$PV_2 = (\frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} + n_{He})RT \Rightarrow PV_2 = (\frac{14}{2} + n_{He})RT \Rightarrow 2PV_1 = (\frac{14}{2} + n_{He})RT$

$\Rightarrow PV_1 = \frac{1}{2}(\frac{14}{2} + n_{He})RT$ ②

①, ② $\Rightarrow 2 + n_{He} = \frac{1}{2}(7 + n_{He}) \Rightarrow 2 + n_{He} = \frac{7}{2} + \frac{1}{2}n_{He} \Rightarrow (1 - \frac{1}{2})n_{He} = \frac{7}{2} - 2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}n_{He} = \frac{3}{2} \Rightarrow n_{He} = 3\,mol$

$n_{He} = \frac{m_{He}}{M_{He}} \Rightarrow m_{He} = 4 \times 3 = 12 \Rightarrow m_{He} = 12\,gr$

۲۹ ✓

۵-۳۶)

$m = ۷۵\,kg$

$P_1 = ۳۱٫۸\,atm$

$P_2 = ۷۵\,atm$

$P_1V_1 = n_1RT$

$P_2V_2 = n_2RT$

$\xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1/M}{m_2/M} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2}$

$\Rightarrow \frac{۳۱٫۸\,atm}{۷۵\,atm} = \frac{۱٫۵}{m_2} \Rightarrow m_2 = ۳٫۵\,kg \Rightarrow \Delta m = m_1 - m_2 = ۳٫۵ - ۱٫۵$

$\Delta m = ۲\,kg$

پس ۲kg گاز N_2 باید به سیلندر اضافه کرد

۳C

۲۹ ✓

۵-۳۷)

$\% C = ۱۴$

$\% Cl = ۴۱٫۹$

$\% F = ۴۴٫۹$

$P = ۷۵۵\,torr$

$V = ۱۴۹\,ml$

$T = ۲۹۸\,k$

$PV = nRT \Rightarrow \frac{۷۵۵}{۷۶۰} \times ۱۴۹ \times ۱۰^{-۳} = n \times ۰٫۰۸۲ \times ۲۹۸ \Rightarrow n = ۶٫۰۶ \times ۱۰^{-۳}$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow ۶٫۰۶ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{M} \Rightarrow M = ۱۶۵\,gr$

$n_C = \frac{۱۴}{۱۲} = ۱٫۱۷ \rightarrow C$ تعداد $= \frac{۱٫۱۷}{۱٫۱۷} = ۱$

$n_{Cl} = \frac{۴۱٫۹}{۳۵٫۵} = ۱٫۱۷ \rightarrow Cl = \frac{۱٫۱۷}{۱٫۱۷} = ۱$

$n_F = \frac{۴۴٫۴}{۱۹} = ۲٫۳۴ \rightarrow F = \frac{۲٫۳۴}{۱٫۱۷} = ۲$

$\rightarrow CClF_2$ فرمول تجربی

$(CClF_2)n = ۱۶۵ \Rightarrow (۱۲ + ۳۵٫۵ + ۱۹ \times ۲)n = ۱۶۵ \Rightarrow ۸۵٫۵n = ۱۶۵ \Rightarrow n = ۲$

$C_2Cl_2F_4 \rightarrow$ فرمول مولکولی

۲٤ ✓

۳٤

۵-۳۸)

$۲H_2O_2(aq) \rightarrow ۲H_2O(l) + O_2(g)$

$T = ۲۹۸\,k$

$P = ۱\,bar$

$d = ۱٫۱۱\,g\,cm^{-3}$

$\% m = ۳۰$

مقدار O_2 حاصل $= 1\,lit\,(H_2O_2)$ محلول $\times \frac{۱٫۱۱\,g\,(H_2O_2)\text{ محلول}}{1\,cm^3\,(H_2O_2)} \times \frac{1\,cm^3}{1\,lit} \times \frac{۳۰\,gr\,(H_2O_2)}{۱۰۰\,gr\,(H_2O_2)\text{ محلول}} \times \frac{1\,mol\,(H_2O_2)}{۳۴\,gr\,(H_2O_2)} \times \frac{1\,mol\,(O_2)}{۲\,mol\,(H_2O_2)}$

$\times \frac{۳۲\,gr\,(O_2)}{1\,mol\,(O_2)} = ۰٫۱۵\,gr$

۲۵ ✓

۲۸

$PV = nRT \Rightarrow 1\times V = \frac{m}{M}RT \Rightarrow 1\times V = \frac{0.14}{32}\times 0.082\times 299 \Rightarrow V = 0.12\ lit$

ادامه ۲۷

39-۵)

$2C_3H_5N_3O_9(s) \rightarrow 6CO_2(g) + 3N_2(g) + 5H_2O(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

$n_g = 6+3+5+\frac{1}{2} = \frac{29}{2} = 14.5$

$m = 1\ gr$

$P = 1\ bar$

$T = 300\ k$

$n = ?$

$V = ?$

تعداد مول گاز تولید شده $= 1\ g(NG)\times \frac{1\ mol(NG)}{227\ g(NG)}\times \frac{14.5\ mol(g)}{2\ mol(NG)} = 0.032\ mol$

$PV = nRT \Rightarrow 1\times V = 0.032\times 0.082\times 300 \Rightarrow V = 0.79\ lit$

۲۶

41-۵)

$V_1 = 1\ lit\ (N_2)$, $P_1 = 2.1\ bar\ (N_2)$, $V_2 = 2\ lit\ (Ar)$, $P_2 = 3.4\ bar\ (Ar)$, $T_1 = T_2$

N_2 گاز: $P_1V_1 = n_1RT$

Ar گاز: $P_2V_2 = n_2RT$ $\Rightarrow \frac{P_1}{P_2}\cdot\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{2.1\times 1}{3.4\times 2}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{n_1}{n_2} = 0.3}$ ①

N_2 گاز: $P_1V_1 = n_1RT$

مخلوط گازی $P_tV = n_tRT$ $\Rightarrow \frac{P_1V_1}{P_tV} = \frac{n_1}{n_t} \Rightarrow \frac{2.1\times 1}{P_t\times 4} = \frac{n_1}{n_t} = x_1 \Rightarrow \boxed{\frac{2.1}{4P_t} = x_1}$ ②

① $n_1 + n_2 = n_t$, $\frac{n_1}{n_2} = 0.3 \Rightarrow 0.3n_2 + n_2 = n_t \Rightarrow 1.3n_2 = n_t \Rightarrow \frac{n_2}{n_t} = x_2 = 0.769 \Rightarrow \boxed{x_2 = 0.769}$

$x_1 + x_2 = 1 \Rightarrow \boxed{x_1 = 0.231}$

② $\frac{2.1}{4P_t} = x_1 \Rightarrow P_t = \frac{2.1}{4x_1} = \frac{2.1}{4\times 0.231} = 2.3 \Rightarrow \boxed{P_t = 2.3\ bar}$

$P_1 = x_1P_{tot} = 0.231\times 2.3 = 0.53\ bar \Rightarrow \boxed{P_1 = 0.53\ bar}$

$P_2 = x_2P_{tot} = 0.769\times 2.3 = 1.8\ bar \Rightarrow \boxed{P_2 = 1.8\ bar}$

۲۷

$torr = mmHg$

42-۵)

$R = 0.082\ L\,atm\,mol^{-1}k^{-1}\times \frac{760\ torr}{1\ atm} = 62.32\ L\,torr\,mol^{-1}k^{-1}$

۲۸

43-۵)

$\frac{\text{سرعت نفوذ}\ ^{235}UF_6}{\text{سرعت نفوذ}\ ^{238}UF_6} = \sqrt{\frac{M(^{238}UF_6)}{M(^{235}UF_6)}} = \sqrt{\frac{352}{349}} = 1.0043$

$(1.0043)^n\times 0.7 = 7$

مرحله $n = 537$

۴۷

44-۵)

$a = ?\ L^2atm\,mol^{-2}$ $\quad a = 1.3491\ dm^6bar\,mol^{-2}$

$a = 1.3491\ dm^6bar\,mol^{-2}\times \frac{1\ l^2}{1\ dm^6}\times \frac{1\ atm}{1.01325\ bar} = 1.3282\ l^2atm\,mol^{-2}$

۴۸

۴۸